Chulalongkorn University
Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2022

การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ณัฐพล สิงสุข
คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd

Part of the Educational Technology Commons

Recommended Citation

สิงสุข, ณัฐพล, "การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น" (2022). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 6112.
https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/6112

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นายณัฐพล สิงสุข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGNING A MOBILE VIRTUAL SCIENCE LABORATORY IN BLENDED LEARNING TO ENHANCE SECONDARY SCHOOL STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS

Mr. Nattapon Singsuk

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications
Department of Educational Technology and Communications
FACULTY OF EDUCATION
Chulalongkorn University
Academic Year 2022
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	นายณัฐพล สิงสุข
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวดี ถังคบุตร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัศมี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณัฐพล สิงสุข : การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (DESIGNING A MOBILE VIRTUAL SCIENCE LABORATORY IN BLENDED LEARNING TO ENHANCE SECONDARY SCHOOL STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ รวมถึงความต้องการจำเป็น ของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานสำหรับนักเรียนและครูผู้สอนระดับชั้นมัธยมศึกษา 2) พัฒนานวัตกรรมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงฯ 3) ศึกษาผลของการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงฯ วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ประกอบด้วย 1) ศึกษาภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ รวมถึงความต้องการจำเป็นของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 438 คน และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 447 คน โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล 2) พัฒนาต้นแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยใช้แผนการเรียนรู้จำนวน 6 แผน มีผู้ทรงคุณวุฒิประเมินเครื่องมือวิจัยและคุณภาพสื่อ จำนวน 6 ท่าน หลังจากนั้นทดลองใช้ต้นแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงฯ ในกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้แก่นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 20 คน 3) ศึกษาผลของการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงฯ กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้ ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดอินทาราม จำนวน 30 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบค่าที (t-test depenent) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนและครูส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) นักเรียนต้องการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงบนโมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าเป็นลำดับแรก ($PNI_{Modified}$ = 3.14) และปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ การออกแบบสวยงามและน่าสนใจ ($\bar{x}$ = 4.91, S.D. = 0.38) สำหรับครู ความต้องการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงบนโมไบล์แอปพลิเคชันคือ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้เป็นลำดับแรก ($PNI_{Modified}$ = 3.09) ค่าเฉลี่ยสูงสุดของปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงบนโมไบล์แอปพลิเคชัน ได้แก่ สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับนักเรียนในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง ($\bar{x}$ = 4.83, S.D. = 0.51) 3) นักเรียนที่ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงฯ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงฯ อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2565	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6280046027 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS
KEYWORD: MOBILE APPLICATION, VIRTUAL SCIENCE LABORATORY, BLENDED LEARNING, SCIENCE PROCESS SKILLS

Nattapon Singsuk : DESIGNING A MOBILE VIRTUAL SCIENCE LABORATORY IN BLENDED LEARNING TO ENHANCE SECONDARY SCHOOL STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS. Advisor: Asst. Prof. Dr. PORNSOOK TANTRARUNGROJ

The objective of this research was to 1) study users' background, experience and needs to develop a virtual science laboratory using mobile application in blended learning 2) develop a virtual science laboratory using mobile application in blended learning to enhance secondary school students' science process skills, and 3) examine the effect of using a virtual science laboratory using mobile application in blended learning. The research divided into three phases according to the research objectives: 1) studying the needs for virtual science laboratory using mobile application in blended learning from 438 secondary school students and 447 secondary school science teachers, 2) developing a virtual science laboratory using mobile application in blended learning to enhance students'science process skills, in which six experts conducted an evaluation and later testing the virtual science laboratory prototype with the sample group of 20 secondary school students, 3) studying the results of using a virtual science laboratory using mobile application in blended learning to enhance students' science process skills of 30 mathayom suksa one students of Wat Intharam School. The data were analyzed by using frequency, percent, mean, standard deviation, and tested the hypothesis with t-test dependent. The research result indicated that 1) most students and teachers used mobile phones runing on the Android operating system, 2) the primary needs of students to have a virtual science laboratory using mobile application was to be able to predict future outcome ($PNI_{Modified}$ = 3.14) and the primary factor affecting the use of mobile virtual science laboratory applications was beautiful and attrative design ($\bar{x}$ = 4.91, S.D. = 0.38), meanwhile the primary needs of was to help students to be able to predict future outcome ($PNI_{Modified}$ = 3.09) and the primary factor was to support students to do science experiment themsleves ($\bar{x}$ = 4.83, S.D. = 0.51), 3) the result form the experimental group revealed the post-test score of the science process skills was higher than pre-test at the .05 level of sinificance, and 4) the learners were satisfied with the mobile virtual science laboratory at the most satisfactory level.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Educational Technology and Communications	Student's Signature .....
Academic Year:	2022	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความเอาใจใส่ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ทุกขั้นตอน ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.ธีรวดี ถังคบุตร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัศมี คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ยิ่งในการแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลชัย กุลตวนิช ดร. รัตตมา รัตนวงศา อาจารย์ทศพล อัมทรินทร์ อาจารย์ ณัฐธยาน์ เลขะวัฒนพงษ์ อาจารย์ รุ่งขวัญ บุญพิทักษ์ อาจารย์ ปาริชาติ วังคะฮาด และ อาจารย์ ปาริชาต พิพัตรสัจจา ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการตรวจแก้ไข ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาทุกท่านที่ให้คำแนะนำคำสอนและกำลังใจ ในการเรียนเพื่อบรรลุเป้าหมาย และความสำเร็จทางด้านการเรียนและการวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา เป็นกำลังใจ และคอยอยู่เคียงข้างกัน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวเป็นอย่างสูง ที่คอยห่วงใยและเป็นกำลังใจ ตลอดจนให้การสนับสนุนทุกด้านสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้ จนทำให้ผู้วิจัยประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี คุณค่าและคุณประโยชน์อันเกิดจากการวิจัยครั้งนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดามารดา ตลอดจนครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนปัจจุบัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ณัฐพล สิงสุข

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญ 1

คำถามวิจัย 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

สมมติฐานการวิจัย 5

ขอบเขตของงานวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 11

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

1. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง 15

2. โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ 20

3. รูปแบบการเรียนผสมผสาน 27

4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E 36

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 39

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 50

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 1 การวิจัยสำรวจขั้นต้น 53

ระยะที่ 2 การสร้างต้นแบบ (Prototype) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 61

ระยะที่ 3 การนำรูปแบบโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไปสู่การทดลองปฏิบัติและประเมินผล 86

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 89

ระยะที่ 1 การศึกษาภูมิหลัง ประสบการณ์และความต้องการจำเป็นและปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง และนำข้อมูลที่ได้รับมาพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น .. 90

ระยะที่ 2 การสร้างต้นแบบ (Prototype) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีคุณภาพที่เหมาะสม 102

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 106

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 109

สรุปผลการวิจัย 110

อภิปรายผล 112

ข้อเสนอแนะ 115

บรรณานุกรม 117

ภาคผนวก 127

ภาคผนวก ก 128

ภาคผนวก ข 130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค 204

ภาคผนวก ง 211

ภาคผนวก จ 242

ภาคผนวก ฉ 255

ประวัติผู้เขียน 258

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนและเครื่องมือในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือน 19
ตารางที่ 2 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานพร้อมสัดส่วนการเรียนและเทคโนโลยีที่นำมาใช้ 35
ตารางที่ 3 แสดงการสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 45
ตารางที่ 4 แสดงการแนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 49
ตารางที่ 5 ผลการทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามเพื่องานวิจัยระยะที่ 1 ของแบบสอบถามนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 58
ตารางที่ 6 ผลการทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามเพื่องานวิจัยระยะที่ 1 ของแบบสอบถามครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา 59
ตารางที่ 7 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบ 84
ตารางที่ 8 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ 84
ตารางที่ 9 รายละเอียดข้อมูลนักเรียนผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามสังกัดพื้นที่ 91
ตารางที่ 10 ผลสำรวจระดับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแต่ละประเภทของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 92
ตารางที่ 11 ผลสำรวจความถี่การใช้ระบบปฏิบัติการโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 93
ตารางที่ 12 ความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา 93
ตารางที่ 13 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา 95
ตารางที่ 14 รายละเอียดข้อมูลครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามวิชาเอกที่สำเร็จการศึกษา สังกัดพื้นที่ และสังกัดโรงเรียน 96
ตารางที่ 15 ผลสำรวจระดับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแต่ละประเภทของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา 97
ตารางที่ 16 ผลสำรวจความถี่ของประสบการณ์ของครู 98
ตารางที่ 17 ผลสำรวจความถี่ของเทคนิครูปแบบ และกลยุทธ์ในการสอนของครู 98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 18 ความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา 99
ตารางที่ 19 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา 101
ตารางที่ 20 รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง 106
ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 107
ตารางที่ 22 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 108

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 8
ภาพที่ 2 กระบวนการสร้างเครื่องมือเพื่อศึกษาประสบการณ์ผู้ใช้และความต้องการจำเป็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา 56
ภาพที่ 3 รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 63
ภาพที่ 4 ออกแบบหน้าจอของโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง 64
ภาพที่ 5 แผนภาพแสดงโครงสร้างและลำดับของโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง 65
ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการใช้งานโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง 66
ภาพที่ 7 ตัวอย่างโครงร่างโมไบล์แอปพลิเคชัน 68
ภาพที่ 8 หน้าเข้าสู่บทเรียน 71
ภาพที่ 9 หน้ากิจกรรมการตอบคำถาม และทำการทดลอง 72
ภาพที่ 10 หน้าแสดงแบบบันทึกผล และวิธีการทดลอง 72
ภาพที่ 11 หน้าแสดงผลการทำการทดลอง พร้อมหน้าบันทึกผลการทดลอง 73
ภาพที่ 12 หน้ากิจกรรมการสรุปผลการทดลอง 74
ภาพที่ 13 ข้อมูลบันทึกย้อนหลังของผู้เรียน 75
ภาพที่ 14 แผนภาพแสดงกระบวนการและการพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชันโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง โดยใช้หลักการ ADDIE MODEL 78
ภาพที่ 15 แผนภาพแสดงกระบวนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 81
ภาพที่ 16 แผนภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาประเทศ ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และการศึกษา หรือผลกระทบจากการแพร่ระบาดของเชื้อโรคโควิด 19 ซึ่งเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนแบบเดิม การจัดการเรียนการสอนเปลี่ยนแปลงเป็นการเรียนแบบออนไลน์ตามที่นโยบายที่คณะรัฐบาลและศูนย์บริหารสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้กำหนดไว้ สอดคล้องกับ วิทยา วาโย, อภิรดี เจริญนุกุล, ฉัตรสุดา กานกายันต์ และจรรยา คนใหญ่ (2563) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนภายใต้สถานการณ์ฉุกเฉินทางด้านสุขภาพ ภัยพิบัติทางธรรมชาติ รวมทั้งภาวะหยุดชะงักทางการศึกษา (Education Disruption) ที่เกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ตามปกติ ด้วยสถานการณ์ที่ผันผวนผู้สอนในยุคปัจจุบันจำเป็นต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ควรพิจารณารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์ที่เหมาะสมกับลักษณะรายวิชาและความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน อย่างไรก็ดีตามผลการสำรวจของ สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2563) พบว่าผู้เรียนบางส่วนยังไม่พร้อมกับการเรียนการสอนเต็มรูปแบบ ผู้เรียนยังต้องการพบอาจารย์หรือผู้สอนในชั้นเรียนด้วย การสอนแบบผสมผสาน (Blended Learning) รูปแบบการเรียนการสอนที่ผสมผสานการเรียนทางไกล (Distance Learning) ผ่านระบบเครือข่ายออนไลน์ร่วมกับการเรียนแบบเผชิญหน้า (Face to Face) ที่มีการพิจารณาและออกแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมจึงเป็นทางเลือกที่สำคัญของการเรียนในยุคภาวะการหยุดชะงักทางการศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่มีการเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนควรมีการจัดสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ เป็นการนำเทคโนโลยีมาช่วยพัฒนาคุณภาพการศึกษา เพิ่มทักษะดิจิทัลให้แก่ผู้เรียน และเพิ่มคุณภาพผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2564) วิธีการเรียนรู้ดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่12 กล่าวว่า การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ควรจัดทำสื่อที่หลากหลายให้เอื้อต่อคนทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงได้ง่าย สะดวกทั่วถึง ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ควรสนับสนุนให้มีการจัดทำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถใช้งานผ่านระบบอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นการออกแบบเครื่องมือ สื่อเทคโนโลยีการเรียนรู้ ควรพิจารณาถึงคุณภาพและความต้องการของผู้เรียน

โดยหนึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ โดยการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์การสื่อสารเคลื่อนที่ ที่สามารถนำมาจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในยุคสมัยนี้ได้ กล่าวคือ อุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่เป็นที่

นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากง่ายต่อการพกพาและสะดวกต่อการใช้งาน (เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง, 2563) ด้วยคุณสมบัติเด่นคือ ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้พลังงานค่อนข้างน้อย สามารถแลกเปลี่ยนข่าวสารกับคอมพิวเตอร์ได้และสามารถตอบสนองผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี จึงเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในยุคสมัยได้เป็นอย่างดี การพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการเรียนการสอน โปรแกรมที่ทำงานบนโทรศัพท์มือถือ ที่พัฒนาตามความต้องการของผู้ใช้งาน เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนและการเข้าถึงการจัดการด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้สามารถสนองตอบต่อความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้มากขึ้น และการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันเป็นนวัตกรรมหนึ่งทางการศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนและพัฒนาทักษะของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาและเป็นสิ่งหนึ่งในการตอบโจทย์ในยุคปัจจุบัน (กาญจนาภา วัฒนธรรม, 2564)

การเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นส่วนที่สำคัญแขนงหนึ่งทางด้านการศึกษา เป็นส่วนในการเปลี่ยนแปลงความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาประเทศชาติเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เพราะวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยบุคคลหรือมนุษย์จะใช้ทักษะการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และการทดลองต่าง ๆ ทางธรรมชาติ เพื่อหาคำตอบตามข้อเท็จจริงตามหลักการหรือแนวคิดทฤษฎี การนำกระบวนการสืบเสาะมาผนวกเข้ากับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดแนวคิดพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นอย่างยิ่ง Good (1945) กล่าวว่ากระบวนการสืบเสาะ 5E เป็นหนึ่งในกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและสามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นับว่าเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นทักษะการคิดที่ใช้ในการสร้างความรู้ไตร่ตรองปัญหาและกำหนดผลลัพธ์ รวมถึงเป็นการรับรู้หรือความรู้สึกและความสามารถทางกายภาพและสมรรถภาพ Sholihah, Sarwanto & Aminah (2020) ได้กล่าวว่าเป็นทักษะที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การเปลี่ยนแปลง การตีความ และการสื่อสาร ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ประกอบกับเหตุผลของ กุลนิดา ศรีคำเวียง, พงศ์เทพ จิระโร และเสกสรรค์ ทองคำบรรจง (2562) ได้กล่าวว่า นักเรียนจะต้องมีความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อบูรณาการควบคู่กับการเรียนการการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และเป็นทักษะที่ผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนาจึงจะสามารถพัฒนาวิทยาศาสตร์ไปสู่เป้าหมายได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ควรเร่งพัฒนาจึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด กล่าวคือผู้เรียนจะได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม ซึ่งในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีทั้งความรู้และกระบวนการ

แสวงหาความรู้ ซึ่งนวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2560) ได้กล่าวไว้ว่า การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความรู้ที่ต้องผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหนึ่งในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การปฏิบัติการทดลองเพื่อแสวงหาความรู้และข้อเท็จจริง สืบเนื่องจากการเรียนการสอนในยุคปัจจุบันที่เน้นการเรียนรู้ทางออนไลน์ จึงไม่เอื้อต่อการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง และหนึ่งในตัวแปรสำคัญที่จะเข้ามามีบทบาทหรือสนับสนุนปัญหาดังกล่าวและให้ผลลัพธ์ทางการศึกษาที่ดีและเด่นชัดในด้านของการใช้งานแบบออนไลน์ได้ กล่าวคือ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง โดยเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นเทคโนโลยีแบบจำลองโต้ตอบเสมือน เป็นการใช้ซอฟต์แวร์จำลองเลียนแบบอุปกรณ์ การทดลองจริง เช่น เครื่องมือวัดต่าง ๆ หรือจำลองสถานการณ์การทดลองสร้างการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Animation) มีความคล้ายคลึงกับสื่อของจริงที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ จะสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนและผู้เรียนได้ดีในการ เรียนด้วยตนเองที่บ้านหรือสถานที่ที่ผู้เรียนต้องการ

อัญชนา กลิ่นเทียน และวรรณชัย วรรณสวัสดิ์ (2560) ได้กล่าวถึงห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงไว้ว่า เป็นการเรียนที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยสามารถเลือกเวลา และสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์และมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดลองและตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบทำให้ผู้เรียนไม่เสี่ยงกับอันตราย ที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริงหรือสถานการณ์จริงที่มีค่าใช้จ่ายสูง และอนุญาตให้ผู้เรียนควบคุมการทดลองได้และเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ให้คล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการจริงมากขึ้น ซึ่งจะช่วยชี้แนะผู้เรียนให้ค้นพบหลักการต่าง ๆ ส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และพัฒนาทักษะกระบวนการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นในปัจจุบันการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทสำคัญทางการศึกษาอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่ทำให้ผู้เรียนได้มีกระบวนการคิดการเรียนรู้ที่ดีและเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงในด้านวิทยาศาสตร์ แต่ในปัจจุบันพบปัญหาหลักในด้านของผลการทดสอบของนักเรียนในประเทศไทย จากการที่สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2564) ได้รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 ภาพรวมระดับประเทศพบว่าจากผู้เข้าสอบทั้งหมดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 433,062 คน มีคะแนนเฉลี่ย 34.31 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 ภาพรวมระดับประเทศพบว่าจากผู้เข้าสอบทั้งหมดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 335,583 คน มีคะแนนเฉลี่ย 31.45 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 ภาพรวมระดับประเทศพบว่าจากผู้เข้าสอบทั้งหมดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 109,438 คน มีคะแนนเฉลี่ย 28.65 เท่านั้น ซึ่งคะแนนทุกระดับที่รายงานไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็ม

100 คะแนน หรือมีค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ปรากฏว่าไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาในเรื่องของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน รวมไปถึงการจัดการเรียนการสอนมีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนให้เรียนรู้แบบความรู้ ความจำมากกว่าการให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นหนึ่งในทักษะที่ผู้เรียนต้องใช้เรียนรู้เพื่อทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจในองค์ความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้ฝึกฝนจนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหาต่างๆ อย่างมีระบบและรู้จักค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญสำหรับทุกคนในการที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณค่าต่อตนเองและสังคม รวมทั้งการเตรียมคุณลักษณะเด็กไทยในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นปัญหาและกำหนดจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่ต้องเน้นการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา พร้อมทั้งมีการนำเทคโนโลยีโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการความจริงเสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการในสถาณการณ์ปัจจุบันและความแตกต่างของผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

คำถามวิจัย

1. การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะอย่างไร

2. การใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ ความต้องการจำเป็น ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและครูผู้สอนระดับชั้นมัธยมศึกษา และนำข้อมูลที่ได้รับมาพัฒนาห้องปฏิบัติการ

วิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

2. เพื่อพัฒนานวัตกรรมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

3. เพื่อศึกษาผลของการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร

1.1 ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่

1.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

1.1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

1.2 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1.3 ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

2. กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างจากการวิจัย 3 ระยะตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้ง 3 ข้อ ได้แก่

2.1 การวิจัยระยะที่ 1 ประกอบด้วย

2.1.1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ทั่วประเทศไทย จำนวนทั้งสิ้น 480 คนใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane (1973) ที่ความคลาดเคลื่อนร้อย

ละ 5 และที่ระดับค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 480 คน โดยแบ่งตามภูมิภาคต่าง ๆ 6 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ภาคละ 4 โรงเรียน โรงเรียนละ 20 คน รวมทั้งหมด 24 โรงเรียน

2.1.2 ครูที่สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ทั่วประเทศไทย จำนวนทั้งสิ้น 480 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane (1973) ที่ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 และที่ระดับค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 480 คน โดยแบ่งตามภูมิภาคต่าง ๆ 6 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ภาคละเท่า ๆ กัน เก็บข้อมูลภาคละ 80 คน

2.2 การวิจัยระยะที่ 2 ประกอบด้วย

2.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 3 ท่าน

2.2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน

2.2.3 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คน

ซึ่งกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2.3 การวิจัยระยะที่ 3 คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และพิจารณาจากโรงเรียนเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและมีการกำหนดคุณสมบัติของโรงเรียนคือ

1. โรงเรียนที่มีการสนับสนุนด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง

2. โรงเรียนที่มีนักเรียนที่มีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีสามารถนำโทรศัพท์มือถือในการเข้าถึงสารสนเทศได้

3. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

รายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยกำหนดประเด็นของหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1 หน่วยการเรียน คือ หน่วยที่ 5 พลังงานความร้อน ประกอบไปด้วย 2 บทเรียน ซึ่งอ้างอิงจากหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่มที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้แก่ บทที่ 1 ปัจจัยใดบ้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร และบทที่ 2 ความร้อนส่งผลต่อสสารแต่ละสถานะอย่างไร

5. ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2564 – ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2565

6. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดไว้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเรียนรู้ผสมผสานด้วย 5E

รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนที่ผู้เรียนต้องสร้างองค์ความรู้ใหม่ตามขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5E ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 การอธิบาย ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ ขั้นที่ 5 การประเมินผล โดยกิจกรรมจะเป็นการผสมผสานแบบ 50:50 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ร้อยละ 50 และในชั้นเรียน ร้อยละ 50 (ปริยาภรณ์ บุญมีรอด, 2561; ภัณฑิรา กัณหาไชย, 2562)

การเรียนรู้แบบผสมผสาน

การเรียนแบบผสมผสานว่าเป็นการผสมผสานระหว่างการเรียนการสอนออนไลน์และการเรียนแบบเผชิญหน้า โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพและบรรลุเป้าหมาย การผสมผสานแบบ 50:50 เป็นการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ร้อยละ50 และแบบปกติ ร้อยละ 50

(จักรพงษ์ กล่อมปัญญา, อุทิศ บำรุงชีพ, ปริญญา ทองสอน,2561; ศรัณย์รัชต์ บุญญานุรักษ์, ปริยาภรณ์ บุญมีรอด, 2561;อนิรุทธ์ สติมั่น, 2560; Harriman, 2004)

กระบวนการสืบเสาะ 5E

เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองสามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explain) ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluate)

(ภัณฑิรา กัณหาไชย, 2562; รัตนเกล้า ประดิษฐ์ด้วง, 2562; Good,1945)

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือน

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือน เป็นการเรียนที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยสามารถเลือกเวลา และสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์และมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบทำให้ผู้เรียนไม่เสี่ยงกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริงหรือสถานการณ์จริงที่มีค่าใช้จ่ายสูง และเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงบนหน้าจออย่างง่าย ๆ จะอนุญาตให้ผู้เรียนควบคุมการทดลองได้ และเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ให้คล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการจริงมากขึ้น ซึ่งจะช่วยชี้แนะผู้เรียนให้ค้นพบหลักการต่าง ๆ สำหรับตัวเองส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนได้

ส่วนประกอบที่สำคัญ ของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1. แถบอุปกรณ์และสารเคมี 2. พื้นที่ที่ทำการทดลองของผู้เรียน 3. พื้นที่ในการนำเสนอหรือคำอธิบาย

(พรนภา อาจสว่าง, 2558; วรรณชัย วรรณสวัสดิ์, 2560; ศุภฤกษ์ คำแปล, 2558; อัญชนา กลิ่นเทียน, 2560,)

โมไบล์แอปพลิเคชัน

โมไบล์แอปพลิเคชัน (Mobile Application) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้บนโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต เป็นอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาเคลื่อนที่ ที่ช่วยการทำงานของผู้ใช้ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ไม่จำกัดสถานที่ การเรียนรู้จึงเกิดขึ้นได้ทุกหนทุกแห่งและทุกเวลา จึงทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

(ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2561; นริศรา มีมาก, 2560; อเนชา วิชาไชย, พรรณวิไล ดอกไม้, ไพศาล วรคำ, 2563; ภัทรพล ตันตระกูล, 2561)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งจำแนกกระบวนการวิทยาศาสตร์และทักษะตามความยากง่ายของทักษะ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ทักษะที่เป็นขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะและทักษะที่เป็นขั้นผสมผสานหรือขั้นของการบูรณาการ 6 ทักษะ โดยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการอธิบายทั่วไปอย่างมีเหตุผล ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 6 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
6. ทักษะการสร้างแบบจำลอง

(ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล, 2557; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560; Sholihah, Sarwanto, Aminah, 2020)

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

คำอธิบายกรอบแนวคิด ในการวิจัย

การเรียนรู้แบบผสมผสาน

การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนหลากหลายวิธี โดยคำนึงถึงผู้เรียน สภาพแวดล้อม เนื้อหา สถานการณ์ เพื่อตอบสนองการเรียนรู้และความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยสามารถจัดการเรียนการสอนทั้งภายในห้องเรียนและนอกห้องเรียน โดยมีการนำเทคโนโลยีทางการศึกษาแบบออนไลน์และออฟไลน์มาเป็นส่วนประกอบ ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุด เกิดทักษะ และเกิดการเรียนรู้ที่ทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของแผนการศึกษา การเรียนแบบผสมผสานเป็นการผสมผสานระหว่างการเรียนการสอนออนไลน์ และการเรียนแบบเผชิญหน้า โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพและบรรลุเป้าหมาย การผสมผสานแบบ 50:50 เป็นการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ร้อยละ 50 และในชั้นเรียนแบบปกติ ร้อยละ 50

(จักรพงษ์ กล่อมปัญญา, อุทิศ บำรุงชีพ, ปริญญา ทองสอน (2561) ศรัณย์รัชต์ บุญญานุรักษ์, ปริยาภรณ์ บุญมีรอด (2561) อนิรุทธ์ สติมั่น (2560) Harriman (2004))

กระบวนการสืบเสาะ 5E

กระบวนการสืบเสาะ 5E เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explain) ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluate)

(ภัณฑิรา กัณหาไชย (2562) รัตนเกล้า ประดิษฐ์ด้วง (2562) Good (1945))

การเรียนรู้ผสมผสานด้วย 5E

การเรียนรู้ผสมผสานด้วย 5E เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องสร้างองค์ความรู้ใหม่ตามขั้นตอนกระบวนการสืบเสาะ 5E ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 การอธิบาย ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ ขั้นที่ 5 การประเมินผล โดยกิจกรรมจะเป็นการผสมผสานแบบ 50:50 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ร้อยละ 50 และในชั้นเรียน ร้อยละ 50

(ปริยาภรณ์ บุญมีรอด (2561) ภัณฑิรา กัณหาไชย (2562))

โมไบล์แอปพลิเคชัน

โมไบล์แอปพลิเคชัน เป็นแอปพลิเคชันที่ช่วยการทำงานของผู้ใช้ อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาเคลื่อนที่ ซึ่งนอกจากจะใช้งานได้ตามพื้นฐานของโทรศัพท์แล้ว ยังทำงานได้ เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่พกพาได้ จึงมีคุณสมบัติเด่น คือ ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้

พลังงานค่อนข้างน้อย ปัจจุบันมักใช้ทำหน้าที่ได้หลายอย่าง ติดต่อ แลกเปลี่ยนข่าวสาร กับคอมพิวเตอร์ได้ และที่สำคัญโมไบล์แอปพลิเคชันช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ไม่จำกัดสถานที่ การเรียนรู้จึงเกิดขึ้นได้ทุกหนทุกแห่งและทุกเวลา จึงทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

(ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561) นริศรา มีมาก (2560) อเนชา วิชาไชย, พรรณวิไล ดอกไม้, ไพศาล วรคำ (2563) ภัทรพล ตันตระกูล (2561))

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือน เป็นการเรียนที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยสามารถเลือกเวลา และสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์และมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบทำให้ผู้เรียนไม่เสี่ยงกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริงหรือสถานการณ์จริงที่มีค่าใช้จ่ายสูง และเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงบนหน้าจออย่างง่าย ๆ จะอนุญาตให้ผู้เรียนควบคุมการทดลองได้ และเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ให้คล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการจริงมากขึ้น ซึ่งจะช่วยชี้แนะผู้เรียนให้ค้นพบหลักการต่าง ๆ สำหรับตัวเองส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนได้

ส่วนประกอบที่สำคัญ ของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1. แถบอุปกรณ์และสารเคมี 2. พื้นที่ที่ทำการทดลองของผู้เรียน 3. พื้นที่ในการนำเสนอหรือคำอธิบาย

(พรนภา อาจสว่าง (2558) วรรณชัย วรรณสวัสดิ์ (2560) ศุภฤกษ์ คำแปล (2558) อัญชนา กลิ่นเทียน (2560))

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งจำแนกกระบวนการวิทยาศาสตร์และทักษะตามความยากง่ายของทักษะ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ทักษะที่เป็นขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะและทักษะที่เป็นขั้นผสมผสานหรือขั้นของการบูรณาการ 6 ทักษะ โดยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการอธิบายทั่วไปอย่างมีเหตุผล ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา การแก้ไขปัญหาและการค้นคว้าหาความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 6 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

4. ทักษะการทดลอง

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

6. ทักษะการสร้างแบบจำลอง

(ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2557) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) Sholihah, Sarwanto, Aminah (2020))

นิยามศัพท์เฉพาะ

ภูมิหลัง (Background) และประสบการณ์ของผู้ใช้ (User Experience) หมายถึง ข้อมูลเฉพาะของ กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัย ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป โดยรายละเอียดมีดังต่อไปนี้ ได้แก่ เพศ การสนับสนุนด้านการเรียนรู้จากครอบครัว โรงเรียนที่สังกัด พฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศประเภทต่าง ๆ

ความต้องการจำเป็น (Needs) หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างสภาพที่เป็นอยู่จริง ณ ปัจจุบันกับสภาพที่คาดหวังของกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัย

การเรียนรู้ผสมผสาน หรือเรียกว่า (Blended Learning) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีทั้งการเรียนรู้ในห้องเรียนและการเรียนรู้นอกชั้นเรียน หรือการใช้แหล่งเรียนรู้ที่มีอยู่หลากหลาย เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนรู้ พร้อมทั้งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นความยืดหยุ่น เพื่อตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล และมีเป้าหมายอยู่ที่การให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญ

การเรียนรู้ผสมผสาน 5E (Blended Learning with 5E) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานรูปแบบการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมในห้องเรียนและการเรียนรู้นอกชั้นเรียน หรือเป็นการเรียนรู้แบบออนไลน์และแบบออฟไลน์ผสมผสานเข้าด้วยกัน โดยเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนรู้ จะเป็นการเรียนรู้ผสมผสานแบบ 50:50 กล่าวก็คือ เป็นการเรียนรู้แบบออนไลน์ 50% และแบบออฟไลน์ 50% ที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluate) โดยขั้นที่ 1-3 จะเรียนแบบออนไลน์ และขั้นที่ 4-5 จะเรียนแบบออฟไลน์

โมไบล์แอปพลิเคชัน (Mobile Application) หมายถึง แอปพลิเคชันที่ช่วยการทำงานของผู้ใช้ อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ตโฟน ซึ่งแอปพลิเคชันเหล่านั้นจะทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และไอโอเอส สามารถใช้ได้สะดวกสบายและมีประสิทธิภาพทั้งใน

สภาพแวดล้อมทางการเรียนและการทำงาน ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นทางการเรียน และมีความรับผิดชอบต่อการเรียนด้วยตนเอง

โมไบล์แอปพลิเคชันผสมผสาน 5E (Mobile Application with Blended learning 5E) หมายถึง เป็นการเรียนรู้แบบผสมผสานประกอบไปด้วยออนไลน์และออฟไลน์ โดยการเรียนแบบออนไลน์ ด้วยโมไบล์แอปพลิเคชัน ประกอบด้วย 3 ขั้นแรกของ 5E ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) และการเรียนแบบออฟไลน์ ประกอบด้วย 2 ขั้นสุดท้ายของ 5E ได้แก่ ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluate)

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือน (Virtual Science Laboratory) หมายถึง ห้องปฏิบัติการเสมือนที่เป็นห้องปฏิบัติในรูปแบบ 2 มิติ ช่วยในการสนับสนุนการเรียนการสอนผ่านทางโมไบล์แอปพลิเคชัน โดยใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ ฝึกปฏิบัติ เก็บเกี่ยวประสบการณ์ ได้ด้วยตนเองแบบไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของสถานที่ และเวลา อีกทั้งยังสามารถใช้ในการทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบทำให้ผู้เรียนไม่เสี่ยงกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริงหรือสถานการณ์จริงที่มีค่าใช้จ่ายสูง และสามารถที่จะทดลองซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนเป็นสื่อที่สนับสนุนการเรียนการสอนที่สามารถจำลองการทดลองต่าง ๆ ของทุกขั้นตอนในห้องปฏิบัติการปกติได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills)หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา การแก้ไขปัญหาและการค้นคว้าหาความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบทเรียน พร้อมทั้งยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นจึงเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 6 ทักษะ ได้แก่ 1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4. ทักษะการทดลอง 5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป 6. ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยมีการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 6 ทักษะด้วยแบบทดสอบแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (ภาคผนวก ข)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ข้อมูลภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ ความต้องการจำเป็น และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานของนักเรียน

มัธยมศึกษาตอนต้นและครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา เพื่อนำมาออกแบบและพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน

2) ได้แนวทางในการพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

3) ได้นวัตกรรมโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีคุณภาพที่เหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

1.1 ความหมายของห้องปฏิบัติการเสมือน

1.2 ประเภทของห้องปฏิบัติการเสมือน

1.3 รูปแบบของปฏิบัติการเสมือน

1.4 ข้อได้เปรียบของห้องปฏิบัติการเสมือน

ตอนที่ 2 โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้

2.1 ความหมายของโมไบล์แอปพลิเคชัน

2.2 แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแอปพลิเคชัน

2.4 ขั้นตอนการออกแบบโมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

ตอนที่ 3 รูปแบบการเรียนผสมผสาน

3.1 ความหมายของรูปแบบการเรียนผสมผสาน

3.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

3.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

3.4 สัดส่วนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

ตอนที่ 4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

4.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E

4.2 ขั้นตอนกิจกรรมของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามวงจรการเรียนรู้ 5E

ตอนที่ 5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

5.3 ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.4 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

1.1 ความหมายของห้องปฏิบัติการเสมือน

ห้องปฏิบัติการเสมือนเป็นห้องปฏิบัติการที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ให้แก่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สามารถกระทำได้เสมือนบรรยากาศการพบกันจริง ๆ (ฉัฐระพี โพธิ์ปิติกุล, 2555)

ศุภฤกษ์ คำแปล (2558) ได้กล่าวโดยสรุปว่าปฏิบัติการเสมือนอิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนเสมือนหนึ่งผู้เรียนอยู่ในห้องเรียนปกติซึ่งถูกพัฒนาขึ้นด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติสร้างเครื่องมือทางการเรียนรู้ที่มีรูปแบบเป็นดิจิทัล แล้วนำเข้าสู่ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเทอร์เน็ตเป็นบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาองค์ความรู้ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ ฝึกปฏิบัติ เก็บเกี่ยวประสบการณ์ได้ด้วยตนเองแบบไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของสถานที่และเวลา ปฏิบัติการเสมือนอิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อสนับสนุนการเรียนการสอนที่สามารถจำลองการทดลองต่าง ๆ ของทุกขั้นตอนในห้องปฏิบัติการปกติ ซึ่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ซ้ำ ๆ โดยไม่เกิดค่าใช้จ่ายและการเสื่อมสภาพของเครื่องมือ เมื่อผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติลองผิดลองถูกด้วยตนเองอยู่บ่อยครั้ง จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะและความชำนาญส่งผลให้เกิดองค์ความรู้ที่อยู่กับผู้เรียนอยางคงทน

อัญชนา กลิ่นเทียน และวรรณชัย วรรณสวัสดิ์ (2560) ได้กล่าวถึงห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงไว้ว่า เป็นการเรียนที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยสามารถเลือกเวลา และสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์และมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ แต่ไม่มีอาคาร สถานที่และไม่มีการพบหน้ากัน (Face to face contact) ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบทำให้ผู้เรียนไม่เสี่ยงกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริงหรือสถานการณ์จริงที่มีค่าใช้จ่ายสูง และเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงบนหน้าจออย่างง่าย ๆ จะอนุญาตให้ผู้เรียนควบคุมการทดลองได้ และเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ให้คล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการจริงมากขึ้น ซึ่งจะช่วยชี้แนะผู้เรียนให้ค้นพบหลักการต่าง ๆ สำหรับตัวเองส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนได้

Pramono, Prajanti, Wibawanto (2019) ได้ให้คำนิยามของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไว้ว่าห้องปฏิบัติการเสมือนคือสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่จำลองโลกแห่งความเป็นจริงเพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบการเรียนรู้ ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงสามารถจัดหาเครื่องมือวัสดุและชุดปฏิบัติการให้กับนักเรียนบนหน้าจอเพื่อทำการทดลองด้วยตนเองตามอัธยาศัย ในห้องทดลองเสมือนนักเรียนจะโต้ตอบกับเครื่องมือทดลองเสมือนจริง โดยนักเรียนสามารถโต้ตอบกับวัตถุเสมือนที่สร้างโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนเป็นห้องปฏิบัติการที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ ฝึกปฏิบัติ เก็บเกี่ยวประสบการณ์ ได้ด้วยตนเองแบบไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของสถานที่และเวลา อีกทั้งยังสามารถใช้ในการทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบทำให้ผู้เรียนไม่เสี่ยงกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริงหรือสถานการณ์จริงที่มีค่าใช้จ่ายสูง ห้องปฏิบัติการเสมือนเป็นสื่อสนับสนุนการเรียนการสอนที่สามารถจำลองการทดลองต่าง ๆ ของทุกขั้นตอนในห้องปฏิบัติการปกติได้

1.2 ประเภทของห้องปฏิบัติการเสมือน

ประเภทของห้องปฏิบัติการเสมือนตามระบบความเป็นจริงเสมือน ตามวิธีการใช้ และหลักการทำงานของอุปกรณ์เทคโนโลยีทีแตกต่างกันไว้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ระบบสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully-immersive VR) ระบบรับสัมผัสบางส่วนหรือกึ่งรับสัมผัส (Semi immersive VR) และระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (Non-immersive VR หรือ Desktop VR) (พรพิมล ประพฤติดี, 2561)

1. ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully-immersive VR) เป็นระบบที่ให้ประสบการณ์เสมือนที่ดีที่สุด และเป็นต้นแบบของระบบความเป็นจริงเสมือนที่เกิดขึ้นในยุคแรกยังคงได้รับความสนใจตลอดมาจนกระทังปัจจุบันเป็นระบบที่ผู้เรียนสามารถรับรู้ข้อมูลด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างเต็มรูปแบบ โดยผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เสริมพิเศษ ผู้เรียนต้องสวม เพื่อเป็นตัวช่วยรับสัมผัสกับคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เหล่านี้จะครอบคลุมอวัยวะรับสัมผัสของผู้ที่ใช้ได้แก่ ตา มือ และผิวหนัง ซึ่งเป็นอวัยวะที่ทำให้เราสามารถติดต่อกับโลกภายนอกได้ และเมื่อผู้เรียนสวมจอภาพประกอบด้วยจอมอนิเตอร์ ทำหน้าที่แสดงภาพ 3 มิติ และเครื่องรับรู้ที่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้าภายในจอภาพจะส่งข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของศีรษะไปยังคอมพิวเตอร์วงจรไฟฟ้า และซอฟต์แวร์จะจัดการให้เกิดภาพในจอมอนิเตอร์ในขณะที่เรามองดูรอบรอบ ๆ ด้วยการหันศีรษะกมหรือเงย โดยรูปที่แสดงผลจะเปลี่ยนมุมมองเลื่อนไปตามสายตาของผู้เรียนเช่นเดียวกับการมองปกติ

2. ระบบรับสัมผัสบางส่วน หรือกึ่งรับสัมผัสระบบรับสัมผัสบางส่วน หรือกึ่งรับสัมผัส (Semi-immersive VR) เป็นระบบที่นำเอาแนวความคิดมาจากการจำลองการบินมาใช้ประมวลผลกราฟิกสมรรถภาพสูง หลักการทำงานคล้ายกับรุ่นแรกคือระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ แต่พัฒนาระบบจอภาพให้มีมุมกว้างออกไป(Wide angle display) ส่งสัญญาณเป็นความถี่สูง และจอภาพขนาดใหญ่จะทำให้ผู้เรียนงานมีความรู้สึกสมจริงอย่างไรก็ตามการทำให้ได้รูปที่มีคุณภาพจำเป็นต้องอาศัยความชำนาญในการติดตั้งอุปกรณ์ฉายภาพเพื่อให้ได้สี รูปทรง และความคมชัดตรงกับความเป็นจริง ความละเอียดของระบบฉายภาพต้องอยู่ในช่วง 1000-3000 เส้น ซึ่งแสดงภาพได้ระเอียดกวาจอภาพสวมศีรษะหากต้องการภาพในระดับสูงสุดจำเป็นต้องใช้ระบบฉายภาพแบบ Multiple projection systems ซึ่ง

มีราคาแพง อุปกรณ์แสดงผลจอหลัก ได้แก่ จอภาพมอนิเตอร์ขนาดใหญ่ (A large screen monitor) ระบบจอภาพอยางกว้าง (Wide- screen projection systems) และแว่นตามองภาพ 3 มิติ (Shutter glasses) เป็นต้น อุปกรณ์ในส่วนข้อมูลนำเข้า ได้แก่ จอยสติก หรือคันโยก (Joystick) และอุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อม 3 มิติ

3. ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอหรือที่เรียกว่า ระบบเสมือนแบบเทียม (Artificial reality) เป็นระบบที่ให้ประสบการณ์เสมือนที่น้อยที่สุด เป็นการรับสัมผัสด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทางตาดูภาพผ่านจอมอนิเตอร์ และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยมือบังคับอุปกรณ์เพื่อเปลี่ยนมุมมอง เสมือนว่าได้เคลื่อนที่อยู่ในสถานที่นั้นจริง ซึ่งผู้เรียนจะต้องใช้จินตนาการสูงกว่าประเภทอื่น ๆ และมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ โดยจะนั่งอยู่หน้าจอ และใช้อุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยมือ เช่น คีย์บอร์ด (Keyboard) เมาท์ (Mouse) แทร๊กบอล (Trackball) เป็นต้น ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่าน หน้าจอนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาในยุคหลังเพื่อพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ในเชิงธุรกิจ ซึ่งต่อมาก็ได้รับความนิยมและมีการพัฒนามาใช้ในวงการต่าง ๆ มากขึ้นเนื่องจากระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ ต้องใช้อุปกรณ์เสริมที่มีราคาแพง และขนาดใหญ่จึงมีการหันมาพัฒนาทางด้านซอฟต์แวร์แทนเพื่อลดการใช้อุปกรณ์เสริมลงให้เหลือเพียงการทำงานบนจอคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจะพัฒนาระบบเสมือนแบบเทียม (Artificial reality) รับสัมผัสด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทางตาดูภาพผ่านจอคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยมือบังคับเมาส์ (Mouse) หรือนิ้วที่ใช้ในการสัมผัสหน้าจอเพื่อควบคุมในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือน

1.3 รูปแบบของปฏิบัติการเสมือน

รูปแบบปฏิบัติการเสมือน ประกอบด้วย 3 รูปแบบโดยมีรายละเอียดดังนี้ (ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์, 2551)

1. การทดลองเกิดขึ้นพร้อมกัน (Concurrent Model) เป็นรูปแบบที่ทำปฏิบัติการทดลองโดยผู้เรียนเลือกที่จะทำปฏิบัติการทดลองใดก่อนก็ได้ โดยเลือกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ในการทดลอง ในการทดลองรูปแบบนี้หากผู้เรียนไม่มีทักษะอาจเกิดความสับสนเนื่องจากไม่มีการกำหนดขั้นตอนให้ผู้เรียน

2. การทดลองตามกำหนด (Serial Model) เป็นรูปแบบที่ผู้เรียนต้องทำการทดลองตามที่กำหนดและต้องปฏิบัติตามทุกขั้นตอน เมื่อผู้เรียนทดลองเสร็จแล้ว การทดลองต่อไปจะปรากฏขึ้นตามลำดับ ในการทดลองรูปแบบนี้ผู้เรียนจะเข้าใจขั้นตอนได้ง่ายและมีการทดลองเป็นขั้นตอน อีกทั้งง่ายต่อการออกแบบเนื่องจากการทดลองถูกกำหนดไว้เป็นขั้นตอน

3. การทดลองแบบผสม (Combined Model) เป็นการรวมการทดลองทั้ง 2 รูปแบบไว้ด้วยกัน ผู้เรียนสามารถเลือกทำการทดลองได้ตามความต้องการ โดยช่วงแรกผู้เรียนจะเรียนตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ จากนั้นผู้เรียนเลือกตามความต้องการได้

1.4 ข้อได้เปรียบของห้องปฏิบัติการเสมือน

ข้อได้เปรียบของการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน มีดังต่อไปนี้ (ฉัตรแก้ว ศรีวงศ์, 2556)

1. สามารถช่วยลดความเสี่ยงจากอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ตัวอย่างเช่น การจำลองเหตุการณ์ในสถานพยาบาลเมื่อแพทย์หรือพยาบาลต้องการทำการตรวจ วินิจฉัยและรักษาคนไข้ซึ่งมีอาการในลักษณะที่แตกต่างกัน การตรวจวินิจฉัยโรคที่ไม่ถูกต้องอาจจะส่งผลให้คนไข้มีอาการหนักและถึงแก่ชีวิตได้ การได้ฝึกจากห้องปฏิบัติการเสมือนจะช่วยเตรียมความพร้อมให้แก่แพทย์และพยาบาลก่อนทำการตรวจจริงเป็นการลดความเสี่ยงซึ่งอาจเกิดขึ้นได้

2. ช่วยลดค่าใช้จ่าย เมื่อเปรียบเทียบการเรียนการสอนโดยใช้ของจริง เช่นการจำลองการฝึกบิน เพื่อให้นักบินได้สร้างความคุ้นเคยกับเครื่องมือต่าง ๆ ในห้องเครื่อง รวมทั้งการฝึกบิน (ขั้นต้น) กับปฏิบัติการเสมือน ทั้งนี้หากเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องบินจริง ๆ แล้ว การใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก

3. สามารถทำให้การเรียนการสอนในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งยากแก่การสังเกตหรือมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาเป็นความจริงขึ้นมาได้ เช่น การจำลองการเติบโตและการพัฒนาของเมืองซึ่งต้องใช้เวลานานในการศึกษาผลลัพธ์จากการตัดสินใจของผู้เรียน หรือการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ปรากฏการณ์เรือนกระจก ฯลฯ โดยห้องปฏิบัติการเสมือน สามารถที่จะช่วยขยายระยะเวลาของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้ผู้เรียนสามารถทำการศึกษาได้ เช่น การจำลองการเดินทางของแสง ซึ่งเกิดขึ้นเร็วมากโดยที่ไม่สามารถสังเกตได้ เป็นต้น

4. ในด้านแรงจูงใจของผู้เรียนนั้น มีการนำเสนอเหตุการณ์และทางเลือกให้ผู้เรียนตัดสินใจในรูปแบบของกิจกรรมหลากรูปแบบซึ่งเป็นการให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องทั้งบทเรียน ดังเช่นการได้โต้ตอบทำให้ผู้เรียนย่อมจะได้รับแรงจูงใจหรือกระตือรือร้นที่จะพยายามรักษาคนไข้ให้หายจากโรคได้มากกว่าการอ่านจากตำรา (ทางการแพทย์) เป็นต้น

5. ช่วยให้เกิดการถ่ายโอนความรู้หรือความสามารถของผู้เรียนในการประยุกต์ใช้ทักษะหรือความรู้ที่เรียนจากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้เป็นอย่างดีเพราะการที่ได้มีส่วนร่วมในสถานการณ์จำลองจะช่วยสร้างความพร้อมให้กับผู้เรียนเป็นอย่างดีก่อนที่จะทำการลงมือปฏิบัติ ดังนั้นหลังจากการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนแล้ว ผู้เรียนย่อมจะมีความพร้อมได้ดีกว่าจากการอ่านจากตำราแต่เพียงอยางเดียว

CHULALONGKORN UNIVERSITY

สามารถสรุปข้อได้เปรียบของห้องปฏิบัติการเสมือนได้ว่าห้องปฏิบัติการเสมือนช่วยลดความเสี่ยงจากอันตรายอันอาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการจริง ช่วยลดค่าใช้จ่าย เพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียน ทำให้การเรียนการสอนง่ายขึ้น และเกิดการถ่ายโอนความรู้หรือความสามารถของผู้เรียนในการประยุกต์ใช้ทักษะหรือความรู้ที่เรียนจากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้เป็นอยางดี ซึ่งห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนที่ผู้วิจัยทำนี้จะช่วยลดความเสี่ยงจากอันตรายของการแตกหักของอุปกรณ์ และลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่าง ๆ ในการฝึกปฏิบัติการของผู้เรียน อีกทั้งช่วยให้การเรียนการสอนง่ายขึ้น พร้อมทั้งลดระยะเวลาในการทำปฏิบัติการ เพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียน ช่วยสร้างความพร้อมให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนและเครื่องมือในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือน

หัวข้อ	**การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (พรนภา อาจสว่าง, 2558)**	**การพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (สุรุจิรา บุญเลิศ และ มะยูโซ๊ะ กูโน, 2557)**
องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือน	**ส่วนที่ 1** แถบอุปกรณ์และสารเคมี เป็นแถบที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในการทำการทดลอง **ส่วนที่ 2** พื้นที่การทำงานหรือพื้นที่ทำการทดลอง เป็นพื้นที่ที่ให้นักเรียนสามารถทำการทดลอง **ส่วนที่ 3** พื้นที่ในการนำเสนอ เป็นส่วนที่ไว้นำเสนอสิ่งต่างๆ ที่ผู้วิจัยต้องการสร้างให้สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องนั้นๆ เช่น ข้อความ คำอธิบาย	**ส่วนที่ 1** แถบอุปกรณ์และสารเคมี **ส่วนที่ 2** พื้นที่การทำงานหรือพื้นที่ทำการทดลอง เป็นพื้นที่ที่ให้นักเรียนสามารถทำการทดลองได้ **ส่วนที่ 3** พื้นที่ในการนำเสนอ เป็นส่วน ที่ผู้วิจัยต้องการสร้างให้สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องนั้นๆ เช่น ข้อความ คำอธิบาย
เครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง	Yenka Science chemical	Yenka Science Chemistry

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1. แถบอุปกรณ์และสารเคมี 2. พื้นที่ทำงานหรือทำการทดลอง 3.

พื้นที่ในการนำเสนอ ดังนั้นการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนเคลื่อนที่ควรประกอบไปด้วยองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้

2. โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้

2.1 ความหมายของโมไบล์แอปพลิเคชัน

โมบายเลิร์นนิงเป็นการเรียนในยุคดิจิทัลที่ได้ผนวกรวมชีวิตประจำวันและเคลื่อนที่ไปตามสถานที่และเวลาของผู้เรียน ด้วยเครื่องมืออุปกรณ์สื่อสารที่ผู้เรียนพกพาติดตัว การเรียนรู้จึงเกิดขึ้นได้ทุกหนทุกแห่งและทุกเวลา (ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2561)

นริศรา มีมาก (2560) ได้กล่าวถึงโมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) ประกอบขึ้นด้วยคำสองคำ คือ โมบาย (Mobile) คืออุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการพกพา ซึ่งนอกจากจะใช้งานได้ตามพื้นฐานของโทรศัพท์แล้ว ยังทำงานได้ เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่พกพาได้จึงมีคุณสมบัติเด่น คือ ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้พลังงานค่อนข้างน้อย ปัจจุบันมักใช้ทำหน้าที่ได้หลายอย่าง ติดต่อ แลกเปลี่ยนข่าวสาร กับคอมพิวเตอร์ได้ และที่สำคัญคือสามารถเพิ่มหน้าที่การทำงานได้ สำหรับ แอปพลิเคชัน (Application) จะหมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อช่วยการทำงานของผู้ใช้ (User) โดย แอปพลิเคชัน จะต้องมีสิ่งที่เรียกว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface: UI) เพื่อเป็นตัวกลางการใช้งานต่าง ๆ ดังนั้น โมบายแอปพลิเคชัน หมายถึง แอปพลิเคชันที่ช่วยการทำงานของผู้ใช้ อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน ซึ่งแอปพลิเคชันเหล่านั้นจะทำงานบนระบบปฏิบัติการ (Operation System: OS) ที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่าง เช่น แอปพลิเคชันเฟซบุ๊ก (Facebook Application) ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (IOS) ของเครื่องไอโฟน (iPhone) และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ของเครื่องซัมซุง (Samsung)

ภัทรพล ตันตระกูล (2561) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนแบบโมบายเลิร์นนิง (Mobile learning) หรือเอ็มเลิร์นนิง หมายถึง การเรียนรู้จากกระบวนการสื่อสารผ่านช่องทางการใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สาย และแบบพกพาที่สามารถกระทำได้ในทุกเวลา ทุกสถานที่ ตามศักยภาพการเชื่อมโยงของเทคโนโลยีที่ใช้นั้น และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของการศึกษาเรียนรู้จากการกระทำดังกล่าวของผู้เรียน หรือ ผู้ใช้สำหรับพัฒนาการของการเรียนแบบโมบายเลิร์นนิง (Mobile learning : M-learning) จะเป็นพัฒนาการที่มีความสัมพันธ์ และพัฒนามาจากการเรียนการสอนในระบบการเรียนรู้ทางไกล (Distance learning : D-learning) และการเรียนแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือแบบอีเลิร์นนิ่ง (Electronics learning : E-learning) ในทางปฏิบัติแล้วเอ็มเลิร์นนิงจะเป็นการเรียนในรูปแบบแบบอีเลิร์นนิงที่ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพาเพื่อเข้าถึงบทเรียน และเพิ่มประสบการณ์ทางการเรียนของผู้เรียน

อเนชา วิชาไชย, พรรณวิไล ดอกไม้, ไพศาล วรคำ (2563) ได้กล่าวถึงโมไบล์แอปพลิเคชันเป็นการเปลี่ยนสภาพการเรียนรู้จากที่ยึดผู้สอนเป็นศูนย์กลางไปสู่การสร้างปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับนักเรียนจึงเป็นการส่งเสริมให้มีการสื่อสารกับเพื่อนและผู้สอนมากขึ้น สามารถรับข้อมูลที่ไม่มีการระบุชื่อได้ ซึ่งทำให้นักเรียนที่ไม่มีความมั่นใจกล้าที่จะแสดงออกมากขึ้นสามารถส่งข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้สอนได้ ใช้ได้สะดวกสบายและมีประสิทธิภาพทั้งในสภาพแวดล้อมทางการเรียนและการทำงาน ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นทางการเรียน และมีความรับผิดชอบต่อการเรียนด้วยตนเอง

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า โมไบล์แอปพลิเคชัน หมายถึงแอปพลิเคชันที่ช่วยการทำงานของผู้ใช้ อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน ซึ่งแอปพลิเคชันเหล่านั้นจะทำงานบนระบบปฏิบัติการ (Operation System: OS) ที่แตกต่างกันไป สามารถใช้ได้สะดวกสบายและมีประสิทธิภาพทั้งในสภาพแวดล้อมทางการเรียนและการทำงาน ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นทางการเรียน สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา โดยไม่จำกัดสถานที่ และมีความรับผิดชอบต่อการเรียนด้วยตนเอง

2.2 แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์

แนวทางในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มีทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ Native apps, HTML5 apps และ Hybrid apps ซึ่งนักพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์ควรมีความเข้าใจในแต่ละรูปแบบ ดังต่อไปนี้ (รัฐภัทร เมฆลาย, 2560)

1. Native apps คือ การพัฒนาแอปพลิเคชันแบบอิง Platform เช่น IOS หรือ Android โดยจะมีเครื่องมือและภาษาที่ใช้พัฒนากำหนดมาให้ เช่น Android Studio กับ ภาษา JAVA หรือ Xcode กับ Objective-C เป็นต้น

2. HTML5 apps คือ การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดยการใช้ HTML5, Javascript และ CSS โดยสามารถทำงานได้ทุก platform และทุกอุปกรณ์ แต่จะไม่สามารถเข้าถึงการทำงานอื่นของโทรศัพท์ได้ เช่น กล้อง ปฏิทิน หรือสมุดโทรศัพท์เป็นต้น

3.Hybrid apps คือ การฝัง HTML5 apps ลงไปใน Native apps ซึ่งเป็นการรวมองค์ประกอบของ Native และ HTML5 เข้าด้วยกัน

อภิศักดิ์ อาจนันท์ (2557) ได้กล่าวถึงโมบายแอปพลิเคชัน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เนทีฟแอปพลิเคชัน (Native Application) คือ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นด้วยชุดคำสั่งเพื่อเอาไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันของ OS Mobile นั้นโดยเฉพาะ ข้อดีคือผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ง่าย จาก Google Play หรือ Apple’s App Store รวมถึงการทำงานแบบไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในบางแอปพลิเคชัน ทำให้ผู้ใช้งานสะดวก

2. ไฮบริดแอปพลิเคชัน (Hybrid Application) คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการให้สามารถรันบนระบบปฏิบัติการได้ทุก OS โดยใช้ชุดคำสั่งเข้าช่วย เพื่อให้

สามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการ และหลายแพลตฟอร์ม ในแอปพลิเคชันเดียว จึงมีข้อดีคือทำให้ผู้พัฒนาไม่ต้องเสียเวลาในการพัฒนาเพราะเขียนชุดคำสั่งครั้งเดียว สามารถใช้ได้ทุกแพลตฟอร์มและเสียค่าใช้จ่ายน้อย

3. เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) คือ แอปพลิเคชันที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อเป็น Browser สำหรับการใช้งานเว็บเพจต่าง ๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผลของตัวเครื่องสมาร์ตโฟน หรือ แท็บเล็ต ทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น ข้อดีคือใช้งานง่ายได้สะดวกทุกที่ ทุกเวลา รวมถึงมีการอัปเดต แก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา และใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม

แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบ ค้นพบว่าหากต้องการ แอปพลิเคชันที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเข้าถึงฟังก์ชันการทำงานของแต่ละ Platform ได้เต็ม ประสิทธิภาพควรเลือกแนวการพัฒนาแบบ Native หากต้องการประหยัดทรัพยากรที่ใช้ในการพัฒนา ทั้งแรงงาน เวลา และงบประมาณ ควรเลือกแนวการพัฒนาแบบ Hybrid หรือ HTML5

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแอปพลิเคชัน

การพัฒนาแอปพลิเคชันมีเครื่องมือที่สามารสนับสนุนให้ผู้พัฒนาสามารถสร้างได้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 MIT App Inventor

MIT App Inventor เป็นสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมด้วยภาพที่ใช้งานง่ายซึ่งช่วยให้ทุกคนแม้กระทั่งเด็ก ๆ ก็สามารถสร้างแอปพลิเคชันที่ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์สำหรับสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต สามารถสร้างแอพพลิเคชั่นบนมือถือ Android ได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นเกมส์ หรือโปรแกรมเพื่อการศึกษา ผู้ที่เพิ่งเริ่มใช้ MIT App Inventor สามารถมีแอปพลิเคชันแรกที่ใช้งานง่ายได้ภายในเวลาไม่ถึง 30 นาที และนอกจากนี้คำสั่งที่อยู่ในรูปแบบของบล็อกช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างแอปที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพ ใช้เวลาน้อยกว่าการเขียนโปรแกรมแบบเดิมอย่างมาก (ภูมินทร์ ดวงหาคลัง, พัฒน์นรี ศรีสมพันธ์ และโรเบิร์ท แบทชิงเงอร์, 2560)

MIT App Inventor พัฒนาโดยบริษัท Google ร่วมมือกับสถาบัน MIT (Massachusetts Institute of Technology) เป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างแอปพลิเคชันที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์(Android) โดย MIT App Inventor ใช้หลักการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงคอมโพเนนต์ (Component-based Software Development) ทำให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้ง่าย โดยไม่ต้องเขียนรหัสคำสั่ง (Source code) ภาษาจาวา

MIT App Inventor เป็นสัญญาอนุญาตแบบ เปิดกว้างโดยสงวนสิทธิเฉพาะแหล่งที่มา (Creative Commons Attribution 4.0 International License) คือ อนุญาตให้นำแอปพลิเคชันไปใช้ได้ดัดแปลงแก้ไขแอปพลิเคชันได้ และนำแอปพลิเคชันไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ แต่ต้องอ้างอิงถึงแหล่ง

ที่มาหรือเจ้าของผลงาน ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งกับเจ้าของแอปพลิเคชัน ที่ยังคงมีสิทธิในแอปพลิเคชัน และยังสามารถเผยแพร่และแบ่งปันให้ผู้อื่นนำแอปพลิเคชันนั้นไปใช้งาน และพัฒนาต่อยอดได้

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ขั้นตอนของการพัฒนาแอปพลิเคชันบน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยทั่วไป จะมี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. สร้างโปรเจ็กต์ในการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยจะต้องจัดเตรียมโฟลเดอร์เพื่อจัดเก็บรหัสคำสั่ง และไฟล์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน

2. ออกแบบและพัฒนาหน้าจอส่วนติดต่อกับ ผู้ใช้ (User interface) โดยใช้ภาษาเอกซ์เอ็มแอล XML (Extensible Markup Language) ซึ่งจะได้ไฟล์ชื่อ main.xml สำหรับใช้เป็นตัวควบคุมเค้าโครง (Layout) ของส่วนประกอบต่างๆ เก็บไว้ในโฟลเดอร์res/layout

3. เขียนรหัสคำสั่งสำหรับการทำงานของแอปพลิเคชันตามที่ต้องการ โดยใช้รหัสคำสั่งภาษาจาวา (Java) ซึ่งรหัสคำสั่งจะเก็บไว้ในโฟลเดอร์ src/package

4. ทดสอบแอปพลิเคชันที่พัฒนาในอุปกรณ์เสมือน AVD (Android Virtual Device) หรือบนอุปกรณ์ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ลักษณะของโปรแกรม MIT App Inventor

โปรแกรมประกอบด้วยหน้าต่างการใช้งาน ดังนี้

ส่วนที่ 1 User interface เป็นหน้าต่างรวมคุณสมบัติที่เราต้องการเช่น ปุ่มกด ปุ่มวางตำแหน่งของภาพ การใส่ตำแหน่งข้อความ เป็นต้น

ส่วนที่ 2 Components เป็นหน้าต่างที่บอกเราได้ว่าในแอพพลิเคชั่นของเรานั้น ได้ทำการใส่องค์ประกอบส่วนใดเข้าไปบ้าง Advertisement

ส่วนที่ 3 Properties หน้าต่างที่ทำให้เราเลือกปรับแต่งคุณสมบัติเพิ่มเติมได้เช่น ขนาดและรูปแบบของปุ่ม ตำแหน่งข้อความเป็นต้น

ส่วนที่ 4 Blocks เป็นหน้าหลักในการออกแบบการเขียนโปรแกรมโดยใช้การทำงานคล้ายตัวต่อเลโก้

ข้อจำกัดของ MIT App Inventor แอปพลิเคชันที่พัฒนาโดยใช้ AI2 ในปัจจุบันยัง มีข้อจำกัดบางประการ เช่น คอมโพเนนต์ในกลุ่มที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้บางตัว ยังมีข้อจำกัดบางประการ ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการเข้าถึงอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ เนื่องจากยังขาดคอมโพเนนต์ที่ทำหน้าที่บางอย่าง เช่น การขาดคอมโพเนนต์ที่ทำหน้าที่ในการบันทึกและอ่านแฟ้ม (File) ที่อยู่ในระบบจัดเก็บแฟ้มของโทรศัพท์มือถือ และการขาดคอมโพเนนต์ที่ทำหน้าที่จัดการกับรายชื่อผู้ติดต่อ (Contact list) ยังขาดคอมโพเนนต์สำหรับเข้าถึงเว็บโดยตรง ต้องติดต่อผ่าน API คือ ต้องทำการเขียนรหัสคำสั่งเพื่อสร้างช่องทางการเชื่อมต่อเตรียมไว้บนเว็บไซต์

2.3.2 Unity 3D

Unity เป็นเครื่องมือ (engine) ที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้พัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรม ที่เกี่ยวกับงานสามมิติหรือสองมิติ ซึ่งสามารถทำงานได้บนหลายแพลทฟอร์ม อีกทั้งยังรองรับการพอร์ทเกมลงบนวินโดวส์ (Windows), โอเอสเอ็กซ์ (OS X) ซึ่งปัจจุบันได้เพิ่มความสามารถในการพอร์ทลงบนไอโอเอส (iOS), แอนดรอยด์ (Android) และล่าสุดบนแฟลชเพลเยอร์ (Flash Player) อีกด้วย

โดยวิธีการทำงานของ Unity จะแปลงตัว Unity โปรเจคซึ่งเป็น C# หรือ JavaScript ให้กลายเป็น Native ของ Platform นั้นๆ โดยใช้คำสั่งผ่าน Unity Api ทำให้ผู้ใช้งานสามารถพัฒนางานที่มีความหลากหลาย และสามารถลดต้นทุนในการทำงานได้มากขึ้น เนื่องจาก สามารถทำครั้งเดียวไปใช้งานได้ทุกเพลทฟอร์มที่ Unity รองรับ

2.3.3 Visual Studio Code เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ดเหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมากมาก ไม่ว่าจะเป็น 1.การเปิดใช้งานภาษาอื่น ๆ ทั้งภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go 2.Themes 3.Debugger 4.Commands โดยการนำ Visual Studio Code เข้ามาพัฒนาแอปพลิเคชันการจัดการโครงการเนื่องจากมี Tools ที่เข้าใจได้ง่าย มีการใช้งานง่ายกว่าโปรแกรมอื่นๆ เมื่อพิมพคำสั่งเข้าไปมีการรันคำสั่งต่างๆขึ้นมาโชว์เพื่อลดการทำงานให้แก่ผู้พัฒนาอีกด้วย และ Visual Studio Code ก็ยังรองรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโดยภาษา PHP, HTML, CSS ด้วย

2.3.4 Construct 2 คือ เกมเอ็นจิ้น (Game Engine) ที่ใช้ในการสร้างเกมในรูปแบบ 2 มิติ จุดเด่นคือ ลดการเขียนโปรแกรม โดยใช้วิธีลากวาง (Drag and Drop) วัตถุต่าง ๆ และสามารถปรับแต่งคุณสมบัติของวัตถุนั้น ๆ ได้ ซึ่ง Construct 2 สามารถสร้าง ซอร์สโค้ด (Source code) เป็นภาษา HTML5 ทำให้เกมที่สร้างโดยใช้โปรแกรมนี้ สามารถนำไปรันได้บนหลากหลายอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ตโฟน หรือแท็บเล็ต เป็นต้น โดยที่ผู้พัฒนาสร้างเกมเพียงครั้งเดียว

คุณสมบัติของโปรแกรม Construct 2

1. Quick & Easy การสร้างเกมด้วย Construct 2 สามารถทำได้ง่าย มีขั้นตอนน้อยไม่ซับซ้อน โดยการคลิกลาก และวางวัตถุ (Object) ลงบนหน้าจอเพิ่มพฤติกรรม (Behavior) ให้วัตถุและทำให้วัตถุมีชีวิตด้วยเหตุการณ์ (Event) ทั้งนี้ผู้พัฒนาสามารถ Preview เพื่อทดสอบดูผลงานได้ไม่จำกัดจำนวนครั้ง

2. Powerful Event System ระบบการเขียนเหตุการณ์ของเกมถูกออกแบบมาให้ดูง่ายและใช้ภาษาที่ใกล้เคียงภาษามนุษย์ เพียงแค่ผู้พัฒนาเข้าใจระบบตรรกะ (Logic) พื้นฐาน จะสามารถ

สร้างเกมง่าย ๆ ได้ โดย Construct 2 จะบังคับให้ผู้พัฒนาเขียนตรรกะของเกมโดยใช้เหตุการณ์เท่านั้น ทำให้ผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องสนใจซอร์สโค้ดของเกม

3. Flexible Behaviors โปรแกรม Construct 2 จะเตรียมสิ่งที่เรียกว่า พฤติกรรมหลากหลายรูปแบบ เช่น กระพริบได้ เป็น วัตถุทรงตัน (Solid) ขยับได้ 8 ทิศทาง สำหรับเพิ่มให้กับวัตถุในเกม ทำให้ลดขั้นตอนการทำงานลงได้มาก

4. Instant Preview ระบบ Preview ในโปรแกรม Construct 2 สามารถทำได้ตลอดเวลา

นอกจากนี้ license version ยังมี ระบบ Preview Over WIFI ที่ช่วยให้สามารถ preview เกมจาก Pc ด้วยมือถือหรือ Tablet ผ่าน WIFI ได้ทันที

5. Stunning Visual Effects โปรแกรม Construct 2 ได้เตรียม plug-in ที่เกี่ยวกับ effect ไว้มากมายเช่นกัน รวมไปถึง particle plug-in ที่ช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถสร้าง effect สวย ๆ ได้

6. Multiplatform Export เพราะใช้ภาษา HTML5 เป็นหลัก Construct 2 จึงสามารถสร้างเกมสำหรับรันบนอุปกรณ์หลาย ประเภท โดยไม่ต้องแก้ไขไฟล์เกมมากนัก ซึ่งการเผยแพร่เกมไปยัง iOS หรือ Android จะต้องใช้ โปรแกรมอื่น ๆ เข้ามาช่วย

7. Easy Extensibility แม้ว่า Construct 2 จะมี Plug-in มากมายให้เลือกใช้อยู่แล้ว แต่ถ้าผู้พัฒนาต้องการใช้งานมากกว่านั้น ผู้พัฒนา สามารถเขียน Plug-in เพิ่มเอง หรือแบ่งปันกับเพื่อน ๆ นักพัฒนาได้ โดยการเขียน Plug-in จำเป็นต้องใช้ความรู้ ทางด้าน Java script หรือ GLSL

ประโยชน์ของการใช้ Construct 2 ด้วยโปรแกรม Construct 2 ที่ใช้ในการสร้างเกม 2 มิติ ในโปรแกรมสามารถปรับแต่งคุณสมบัติของวัตถุนั้น ๆ ได้ ซึ่ง Construct 2 เป็นการสร้างเกม 2D ด้วยภาษา HTML5 แบบ WebGL ซึ่งเป็นเว็ปบราวเซอร์ที่ถูกเขียนด้วย Java script เป็นตัวที่ทำให้ดึงประสิทธิภาพของ Graphic card ในการช่วยประมวลผลเพื่อทำให้การแสดงผลของเกมหรือห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงบนบราวเซอร์นั้นทำงานได้ดี ลื่นไหลและไม่กระตุก

จากข้อมูลดังกล่าว งานวิจัยนี้มีการพิจารณาแล้ว ผู้วิจัยเห็นว่าโปรแกรม Construct 2 เหมาะสมเพื่อช่วยในการพัฒนาจึงเลือกใช้ในการพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือน

2.4 ขั้นตอนการออกแบบโมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

ภสิทธ เมตตพันธุ์ (2556) ได้อธิบายขั้นตอนการออกแบบโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) มีการวิเคราะห์ เนื้อหา วัตถุประสงค์ แนวคิดและหลักการของการเรียนรู้ ให้มีความสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้แลวัตถุประสงค์ของบทเรียน

2. ขั้นการออกแบบ (Design) มีการออกแบบโมบายแอปพลิเคชันตามรูปแบบการเรียนรู้

3. ขั้นการประเมิน (Evaluation) คือการสร้างแบบประเมินตามความเหมาะสมของโมบายแอปพลิเคชันโดยตามข้อคำถามกับการประเมินความเหมาะสมของโมบายแอปพลิเคชันซึ่งจะแบ่งข้อคำถามเป็น 2 ส่วน

3.1 แบบประเมินความเหมาะสมของโมบายแอปพลิเคชันการเรียนรู้ที่มีเกณฑ์การประเมินในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านตัวอักษร ด้านภาพประกอบ ด้านสี ด้านสัญลักษณ์รูปและปุ่ม ด้านการจัดการ รูปแบบ ด้านการนำเสนอเนื้อหา ด้านฟังก์ชันสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 ข้อเสนอแนะและแบบประเมินเป็นแบบ Rating Scale 5 ระดับตาม Likert Scale และส่วนของการแสดงความคิดเห็นคำถามปลายเปิด ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

4. ขั้นการทดสอบ (Testing) นำโมบายแอปพลิเคชันไปทดสอบประสิทธิภาพโดยการทดสอบแบบ 1 ต่อ 13 คน (คัดเลือกนักเรียนจากผลการเรียน 3 ระดับ คือ เก่ง กลาง อ่อน ระดับละ 1 คน) และทดสอบกลุ่มเล็ก 9 คน (คัดเลือกนักเรียนจากผลการเรียน 3 คือ เก่ง กลาง อ่อน ระดับละ 3 คน)

5. นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้พร้อมก่อนนำไปใช้จริง

สวียา สุรมณีและรุ้งนภาพร ภูชาดา (2558) ได้อธิบายขั้นตอนการออกแบบโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) ศึกษาเอกสารงานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์หลักสูตร กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและองค์ประกอบในการสร้างโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา เพื่อให้ใช้เครื่องมือในการสร้างและพัฒนาที่เหมาะสม

2. ขั้นการออกแบบ (Design) ออกแบบและจัดทำโครงสร้างเนื้อหาของโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ เรื่ององค์ประกอบของระบบสารสนเทศ รวมถึงเขียนบทดำเนินเรื่องสตอรี่บอร์ดตามทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่นาเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขบทเรียน

3. ขั้นการพัฒนา (Development) ดำเนินการสร้างโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตามขั้นตอนที่ได้วางแผนออกแบบไว้ข้างต้นพร้อมนำโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น นำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและประเมินคุณภาพของโมบายแอปพลิเคชันและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. ขั้นทดลองใช้ (Implementation) ผู้ศึกษานำโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง การทดลองให้กลุ่มตัวอย่างเรียนโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนแท็บเล็ต โดยให้ผู้เรียน 1 คน ต่อแท็บเล็ต 1 เครื่อง เป็นเวลา 60 นาที

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ และความพึงพอใจของผู้เรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Cieza and Lujan (2018) ได้อธิบายขั้นตอนการออกแบบโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน ลักษณะของผู้ใช้งานและวัตถุประสงค์ ความต้องใช้งานสำหรับโมบายแอปพลิเคชัน เช่น ปุ่มต่างๆบนหน้าจอ

2. ขั้นการออกแบบมีการออกแบบตามพฤติกรรมของผู้ใช้และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

3. ขั้นตอนการพัฒนาสำหรับขั้นตอนนี้มีการเลือกใช้ให้เหมาะกับโมบายแอปพลิเคชันของตนเอง

4. ขั้นการทดลองใช้การทดสอบนี้มีการทดลองเพื่อสามารถระบุขข้อผิดพลาดของโมบายแอปพลิเคชัน

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า ขั้นตอนการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาที่สามารถครอบคลุมในการพัฒนาตามหลักการของ Addie Model ประกอบไปด้วย 5 ขั้น ได้แก่ 1. ขั้นการวิเคราะห์ 2. ขั้นการออกแบบ 3. ขั้นการพัฒนา 4. ขั้นทดลองใช้ 5. ขั้นประเมินผล

3. รูปแบบการเรียนผสมผสาน

3.1 ความหมายของรูปแบบการเรียนผสมผสาน

การจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน คือการเรียนที่ผสมการเรียนออนไลน์และการเรียนในชั้นเรียน โดยที่เนื้อหาส่วนใหญ่ส่งผ่านระบบออนไลน์ ใช้การอภิปรายออนไลน์มีการพบปะกันในชั้นเรียนบ้าง และมีส่วนที่น่าสนใจการ อภิปรายออนไลน์ถือเป็นการส่งผ่านเนื้อหาออนไลน์ (จักรพงษ์ กล่อมปัญญา, อุทิศ บำรุงชีพและปริญญา ทองสอน, 2561)

ธีรวดี ถังคบุตร (2552) กล่าวโดยสรุปไว้ว่า การเรียนแบบผสมผสานคือการนำเอาการเรียนการสอนในชั้นเรียนหรือการเรียนการสอนแบบเผชิญหน้าและแนวคิดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยี มาใช้ในการเรียนการสอนหรือการเรียนการสอนออนไลน์ โดยการเรียนแบบนี้เป็นการเรียนแบบผสมผสานการเรียนทั้งสองแบบเพื่อให้ตอบสนองความต้องการของแต่ละบุคคล การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย โดยการเรียนออนไลน์ที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ติดต่อสื่อสาร และมีส่วนร่วมในการเรียนให้เมื่อกับการเรียนแบบปกติ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน และพัฒนาความรู้ ความสามารถตามจุดประสงค์ที่กำหนด

ศรัณย์รัชต์ บุญญานุรักษ์ และอนิรุทธ์ สติมั่น. (2560) กล่าวโดยสรุปไว่ว่า การเรียนแบบผสมผสาน (Blended Learning) เป็นการนำข้อดีของการเรียนแบบเผชิญหน้าในชั้นเรียนและการเรียนแบบออนไลน์มาร่วมกัน โดยการออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมว่าผสมผสานในระดับใด รูปแบบใด วิธีการสอนใด มีกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ใด โดยผู้เรียนจะเรียนรู้เนื้อหาไปในทิศทางเดียวกัน มีความเข้าใจตรงกันผ่านสื่อออนไลน์ที่ไม่จำกัดเรื่องเวลา

สถานที่ สามารถเรียนรู้และทบทวนบทเรียนเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้เพิ่มขึ้นนอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียนปกติ อีกทั้งยังมีการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของสื่อมัลติมีเดีย ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และทักษะการสืบค้น ซึ่งการเรียนแบบผสมผสาน สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ท้าทายการตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลและศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของตนเองได้ดีขึ้น

โสภิตา สุวุฒโฑ (2555) กล่าวโดยสรุปไว้ว่า การเรียนแบบผสมผสานเป็นรูปแบบการเรียนที่เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนรู้ วิธีการสอนของผู้สอน รูปแบบการเรียนรู้ผู้เรียน สื่อการเรียนรู้ช่องทางการสื่อสาร และรูปแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับเนื้อหา ผู้เรียนกับบริบทในการเรียนรู้ที่หลากหลาย และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความยืดหยุ่น เพื่อตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากการเรียนรู้

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปว่า การเรียนรู้แบบผสมผสาน หรือที่เรียกว่า Blended leaning หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีทั้งการเรียนรู้ในห้องเรียนและการเรียนรู้นอกชั้นเรียน หรือการใช้แหล่งเรียนรู้ที่มีอยู่หลากหลาย เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนรู้ พร้อมทั้งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นความยืดหยุ่น เพื่อตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล และมีเป้าหมายอยู่ที่การให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญ

3.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

โสภิตา สุวุฒโฑ (2555) การเรียนรู้แบบผสมผสานประกอบด้วย 2 องค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. ประเภทออฟไลน์ (Offline) หมายถึงการเรียนรู้ ในแบบที่ใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิมไม่มีการเชื่อมต่อกันโดยเทคโนโลยีเครือข่าย การเรียนรู้จึงเกิดขึ้นเฉพาะสถานที่ได้แก่

1.1 การเรียนรู้ ในสถานที่ทำงาน (Workplace Learning) หรือการเรียนรู้ในที่พักอาศัยได้แก่ การศึกษาบทเรียนหรือการเรียนรู้ จากงาน/การทำโครงงาน การติดตามผลการศึกษารายกรณี และการเรียนรู้จากการเยี่ยมชม

1.2 การสอนเสริมแบบเผชิญหน้า (Face-to-Face Tutoring) ได้แก่ การสอนเสริม (Tutoring) การให้คำแนะนำ (Coaching) หรือการให้คำปรึกษา (Mentoring) ที่กระทำในลักษณะเผชิญหน้ากัน

1.3 การเรียนรู้ ในชั้นเรียน (Classroom Leaning) เช่น การเรียนรู้ในชั้นเรียนปกติ การสัมมนา การศึกษาในสถานการณ์จำลอง การปฏิบัติ การจำลอง บทบาทสมมติและการประเมินผล

2. ประเภทออนไลน์ (Online) หมายถึง การเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์นวัตกรรมการสอน และวิธีการที่มีการใช้งานร่วมกันหลายคน ทั้งผู้สอน ผู้เรียน ผู้สอนเสริม หรือผู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามาพบปะกันในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ประกอบด้วยประเภทต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การเรียนรู้ แบบออนไลน์ (Online Learning) เช่น e-Learning, Online Learning

2.2 การสอนเสริมแบบการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (e-Tutoring) เช่น e-Coaching, e-Mentoring

2.3 การเรียนรู้ แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) เช่น e-Learning, Video Conferencing

2.4 การจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Online Knowledge Management) ได้แก่ระบบบริหารการจัดการบทเรียน (Learning Management System : LMS) ระบบบริหารการจัดการเนื้อหาบทเรียน (Content Management System : CMS) ระบบบริหารการจัดการแบบทดสอบ (Testing Management : TMS) และระบบบริหารการจัดการนำส่งบทเรียน (Delivery Management System : DMS) รวมทั้งระบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการ เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) และคลังข้อมูล (Data Mining) เป็นต้น

2.5 การจัดการเรียนรู้ผ่านเว็บ (Web) เช่น เว็บช่วยสอน (Web base Instruction : WBI/Web Base Training : WBT) และเครื่องมือต่าง ๆ ที่มีบริการอยู่บนเว็บ ได้แก่ การสนทนาผ่านเครือข่าย (Internet Chat) การประชุมทางไกลผ่านเครือข่าย (Conferencing) การสัมมนาผ่านเว็บ (Webinars) เป็นต้น

2.6 การเรียนรู้ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Learning) เช่น บทเรียน m–Learning บน PDA (Personal Digital Assistants) เป็นต้น

Singh and Reed (2001) ได้สรุปองค์ประกอบที่สำคัญในการเรียนรู้แบบผสมผสานไว้ดังนี้

1. ผู้เรียน ควรพิจารณาว่าผู้เรียนจะต้องเรียนรู้อะไร ระดับความรู้ต่างกันเพียงใด และผู้เรียนมาเรียนด้วยความตั้งใจหรือจำต้องมาเรียน

2. เนื้อหา เนื้อหาบางอย่างเหมาะกับการเรียนแบบออนไลน์ บางอย่างมีความซับซ้อนควรเลือกว่าจะนำมาสอนแบบใด

3. โครงสร้างพื้นฐาน หากมีข้อจำกัดในด้านสถานที่อาจจำเป็นต้องจัดการเรียนแบบออนไลน์ แต่ถ้าการเรียนนั้นไม่มีความจำเป็นต้องมีการเกี่ยวโยงกับภายนอกมากนัก อาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องจัดการเรียนแบบออนไลน์

3.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

โสภิตา สุวุฒโฑ (2555) ได้กล่าวถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน มีดังนี้

1. การประเมินความต้องการทางการเรียนรู้ และตัวผู้เรียน จากผลการประเมินดังกล่าวจะเป็นสิ่งที่ช่วยในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เนื่องจากการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ แบบผสมผสาน ดังนั้นเมื่อผู้ออกแบบได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนอย่างชัดเจนและมีเป้าหมายแล้วย่อมส่งผลต่อกระบวนการวางแผนการจัดกิจกรรมได้อย่างเป็นระบบโดยคำนึงถึงผลที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนในแต่ละเนื้อหาอย่างเป็นขั้นตอน

2. การวิเคราะห์ผู้เรียน การวางแผนพัฒนาการเรียนรู้ และการพัฒนากลยุทธ์การประเมินผลในขั้นตอนนี้ เมื่อได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้แล้ว การวิเคราะห์ลักษณะของผู้เรียนทั้งทางด้านความรู้ และทักษะพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ความต้องการของผู้เรียน การวางแผนเพื่อการจัดลักษณะการเรียนรู้ในรูปแบบที่เหมาะสม เช่น การเรียนรู้ ด้วยตนเอง การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนหรือการเรียนรู้แบบร่วมมือให้เหมาะสมกับลักษณะบริบทสังคม

3. การวัดและประเมินผลผู้เรียน ให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่มีอยู่รวมถึงการพัฒนากลยุทธ์การประเมินผลโดยการเตรียมระบบการประเมินผลอย่างเหมาะสมสอดคล้องกับการวางแผนการจัดการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

4. การเตรียมระบบโครงสร้างพื้นฐานด้านฮาร์ดแวร์และการเตรียมระบบซอฟต์แวร์รวมถึงช่องทางนำเสนอเนื้อหา ลักษณะของเนื้อหาที่ต้องการถ่ายทอด การพัฒนาเนื้อหา ลักษณะของระบบที่สร้างขึ้นให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายเพื่อประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาเนื้อหาบทเรียนหรือการเลือกเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสมกับลักษณะและรูปแบบการเรียนที่ได้กำหนดไว้ ตลอดจนคำนึงถึงความพร้อมของการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีที่ได้รับเพื่อสามารถจัดเตรียมให้แก่ผู้เรียนได้จริง

5. การดำเนินการตามแผน กระบวนการติดตามผลและการประเมินผลเมื่อดำเนินการตามกระบวนการข้างต้นแล้วจะเข้าสู่การเริ่มต้นโปรแกรม หรือแผนงานโดยขั้นตอนที่ปฏิบัติควบคู่กันคือการติดตามผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ แบบผสมผสานซึ่งสามารถวัดและประเมินผลที่เกิดขึ้นทั้งจากการเรียนรู้ภายในชั้นเรียนแบบเผชิญหน้าและการเรียนรู้ภายนอกชั้นเรียน เพื่อนำข้อบกพร่องที่พบกลับมาแก้ไขและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ และบทเรียนจนเกิดความสมบูรณ์ และเหมาะสม

การจัดการเรียนรู้ แบบผสมผสานไม่ว่าจะเป็นการเรียนในชั้นเรียนแบบเผชิญหน้าหรือการเรียนนอกห้องเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ย่อมมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดซึ่งผู้สอนควรพิจารณาอย่างรอบคอบ การเรียนแบบผสมผสานที่นำมาปรับใช้ในการเรียนรู้มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดบางประการที่ควรคำนึงถึง ดังนี้

ข้อดีของการเรียนแบบผสมผสาน

1. สามารถแบ่งเวลาเรียนได้อย่างมีอิสระในการเรียนรู้เนื้อหา

2. เป็นการสร้างมนุษย์สัมพันธ์ หรือสร้างความสัมพันธ์ทางสังคมได้อย่างรวดเร็วและง่าย

3. เกิดการแลกเปลี่ยน การเชื่อมโยงทางความคิดระหว่างผู้เรียนอย่างรวดเร็วจากคำตอบหรือการอภิปราย ซึ่งสามารถเผยแพร่ไปสู่เพื่อนร่วมชั้น และผู้เรียนยังสามารถค้นพบความรู้จากการจัดประสบการณ์ในชั้นเรียนด้วยตนเอง

4. สามารถเข้าร่วมอภิปรายในช่วงเวลาและสถานที่ที่เอื้ออำนวย มีความยืดหยุ่นทางการเรียนและความสะดวกให้กับผู้เรียน

5. เลือกสถานที่เรียนได้อย่างมีอิสระทั้งในชั้นเรียนปกติหรือนอกชั้นเรียน

6. เป็นรูปแบบการผสมผสานระหว่างการเรียนแบบเดิมกับรูปแบบการเรียนในอนาคต

7. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นด้วยสื่อผสมหลากหลายรูปแบบ

8. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

9. สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้ดี

10. สามารถสร้างแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดี

11. มีช่องทางในการเรียนรู้ได้หลากหลายและสามารถเข้าถึงผู้สอนหรือแหล่งข้อมูลได้ดี

12. สามารถมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้เนื่องจากไม่รู้สึกกดดันหรือถูกบังคับ

13. มีเวลาในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบมากขึ้นในการจัดเตรียมหรือหาความรู้ อย่างลึกซึ้งและชัดเจน ตลอดจนใส่ใจในการหาคำตอบ เป็นการปลูกฝังการหาความรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

14. มีช่องทางในการเรียนรู้ได้หลากหลายสามารถเข้าถึงผู้สอนหรือแหล่งข้อมูลได้ดี

15. สามารถทบทวนความรู้เดิมและสืบค้นความรู้ใหม่ได้ตลอดเวลา

16. มีเวลาในการค้นคว้าข้อมูลได้อย่างอิสระ สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลได้ดี

17. สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามระดับและอัตราการเรียนรู้ (Self-paced)

ข้อจำกัดของการเรียนแบบผสมผสาน

1. ต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเองค่อนข้างสูงในการเรียนรู้รูปแบบนี้

2. ความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคนเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้แบบผสมผสาน

3. การเรียนภายในชั้นเรียนเป็นการเรียนที่มีเวลาอันจำกัดส่งผลให้บางครั้งผู้เรียนไม่สามารถไปถึงจุดมุ่งหมายทางการเรียนได้ลึกซึ้ง ขาดความยืดหยุ่นทางการเรียน เช่น ช่วงเวลาการอภิปรายในหัวข้อทางการเรียนที่ผู้เรียนต้องการแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างผู้เรียนคนอื่น ๆ

4. ความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคนเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้

5. การเรียนลักษณะนี้ไม่สามารถสร้างหรือสนับสนุนการแลกเปลี่ยน การมีส่วนร่วมทางการเรียน การเชื่อมโยงทางความคิดระหว่างผู้เรียนรวดเร็วเท่ากับการเรียนภายในชั้นเรียน

6. การเรียนภายนอกชั้นเรียน อาจก่อให้เกิดนิสัยการผลัดวันประกันพรุ่ง เช่น การเข้าไปเรียนตามความพึงพอใจเข้าศึกษาบทเรียนล่าช้ามักคิดว่าสามารถเข้าไปศึกษาเมื่อใดก็ได้

7. การเรียนนอกชั้นเรียนทำให้ขาดปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้าระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และมักไม่ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์อย่างแท้จริง จึงส่งผลให้ผู้เรียนในรูปแบบนี้ อาจเกิดความพึงพอใจต่ำเนื่องจากขาดการเข้ากลุ่มทางสังคม

8. การเรียนภายในชั้นเรียน ผู้เรียนไม่สามารถมีส่วนร่วมได้ทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้เรียนมีลักษณะที่แตกต่างกันมากภายในชั้นเรียน

9. หากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการใช้เครือข่ายหรือระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอาจเกิดปัญหาหรือเป็นจุดบอดในด้านการรับส่งสัญญาณ

10. ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเองค่อนข้างสูงในการเรียนรู้รูปแบบนี้

11. รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานอาจใช้งานค่อนข้างยาก โดยเฉพาะผู้ที่ขาดทักษะความรู้ด้านซอฟต์แวร์ ฉะนั้นผู้เรียนต้องมีทักษะ ความรู้ความเข้าใจในด้านงานคอมพิวเตอร์เพื่อการเข้าถึงข้อมูลในโลกอินเทอร์เน็ต

12. การใช้คอมพิวเตอร์หรือซอฟต์แวร์บางอย่างอาจไม่มีความพร้อมและมีราคาแพง

13. รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานอาจมีความล่าช้าในการปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

จากที่ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัด ในการจัดการเรียนรู้จะทำอย่างไรการเรียนแบบผสมผสานถึงจะประสบความสำเร็จ Sharpe, Benfield, and Francis (2006) กล่าวว่า การเรียนแบบผสมผสานจะประสบความสำเร็จและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดต้องปฏิบัติตามปัจจัยพื้นฐานสำคัญในประเด็นต่อไปนี้

1. การใช้กระบวนการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ถูกต้องตามหลักการทฤษฎีที่กำหนด ผู้ปฏิบัติต้องมีทักษะและความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนในการออกแบบการสอนเชิงปฏิสัมพันธ์

2. การใช้กระบวนการเรียนรู้ แบบผสมผสานควรพิจารณาบริบทของงานให้ละเอียด ความสำเร็จของการเรียนแบบผสมผสานเกิดจากศักยภาพของการปรับและยอมรับในเทคโนโลยีที่มีต่อการพัฒนาการเรียนรู้ ความสำเร็จต้องเริ่มตั้งแต่การออกแบบหลักสูตรการเรียนในลักษณะของการเรียนแบบผสมผสานสู่การปฏิบัติจริง

3. การใช้รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในหลักสูตรที่ออกแบบไว้ ความสำคัญดังกล่าวของการเรียนแบบผสมผสานย่อมก่อให้ เกิดประสิทธิภาพทั้งในด้านการพัฒนาเชิงวิชาการ การสร้างโอกาสและการเข้าถึงข้อมูล

4. การช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการพัฒนาความคิดรวบยอดในกระบวนการเรียนรู้ แบบผสมผสานเป็นยุทธศาสตร์ ของการสร้างกระบวนการและกิจกรรมทางการเรียนรู้ ผ่านระบบการรู้แบบผสมผสาน โดยเรียนผ่าน e-Learning กับการเรียนในชั้นเรียนปกติหลายรูปแบบ

5. มีการวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ให้เกิดนวัตกรรมทางการเรียนรู้ที่แพร่หลาย โดยการเผยแพร่และสื่อสารในลักษณะของนวัตกรรมการเรียนแบบผสมผสานให้เป็นที่ยอมรับและนำไปสู่การปฏิบัติในวงกว้างต่อไป

3.4 สัดส่วนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

เกวลิน กาญจนพันธ์ (2557) อ้างถึงใน ปริยาภรณ์ บุญมีรอด (2561) ได้กล่าวถึง สัดส่วนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning Ratio) มีดังนี้

1. การผสมผสานแบบ 50:50 เป็นการจัดกิจกรรมการจดัการเรียนการสอนแบบออนไลน์ร้อยละ 50 และแบบปกติร้อยละ 50 แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแนวตั้ง (Vertical Blended Learning) หมายถึงการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย การเรียนปกติกับการเรียนแบบออนไลน์ที่จัดในช่วงเวลา เดียวกัน แต่จัดการเรียนรู้ผสมกันทั้งสองแบบ เช่น วิชาเรียน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ในการสอนหนึ่งครั้ง ผู้สอนจะเจอหน้านักศึกษาก่อนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบเผชิญหน้า 2 ชั่วโมง เพื่อชี้แจง วัตถุประสงค์ บรรยายทำความเข้าใจในการเรียนหลังจากนั้น ให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเองบนเว็บอีก 2 ชั่วโมง ให้นักศึกษาได้ศึกษาค้น คว้าด้วยตนเอง ทำแบบฝึกหัด ส่งงาน และเรียนรู้เพิ่มเติมจาก เว็บไซต์ที่ผู้สอนจัดให้หรือในสถาบันการศึกษาที่จัดการศึกษานอกที่ตั้งในศูนย์การเรียนต่างจังหวัด ที่ผู้สอนและผู้เรียนห่างไกลกันผู้สอนใช้กิจกรรมการเรียนแบบเผชิญหน้าในช่วงแรก หลังจากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและทำ กิจกรรมต่างๆ ตามที่ผู้สอนกำหนดไว้ถือว่ามีสัดส่วนการ ผสมผสานร้อยละ 50:50 ซึ่งรวมถึงเนื้อหาของรายวิชาแบ่งออกในสัดส่วนที่เท่ากันระหว่างเรียน
ปกติกับเนื้อหาออนไลน์

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแนวนอน (Horizontal Blended Learning) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยการเรียนปกติกับ การเรียนแบบออนไลน์โดยการจัดช่วงเวลาในการเรียนรู้แตกต่างกัน โดยใช้ทั้งวิธีการแต่คนละช่วงเวลากัน เช่น การจัดการเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง 20 สัปดาห์ จัดให้มีการเรียนปกติ 10 สัปดาห์จากนั้นจัดให้มีการเรียนออนไลน์ 10 สัปดาห์ ถือว่า เป็นการเรียนแบบผสมผสานร้อยละ 50:50 โดยเนื้อหาการสอนแบบปกติกับการสอน ออนไลน์จะเป็นเนื้อหาคนละส่วนกัน

2. การผสมผสานแบบ 70:30 เป็นการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ร้อยละ70 และแบบปกติร้อยละ 30 คือจัดกิจกรรมในห้องเรียนแบบเผชิญหน้าก่อน เช่น การปฐมนิเทศ การฝึกใช้เครื่องมือ ประมาณร้อยละ 10 จากนั้น เรียนด้วยตนเองบนเว็บ ประมาณร้อยละ

60 จากนั้น จึงมีการสอบกลางภาคเพื่อทบทวนเนื้อหาบทเรียนที่ได้เรียนมาแล้ว ประมาณร้อยละ 10 จากนั้นจึงให้ผู้เรียนมาสรุปผลเรียน นำเสนอผลงาน หรือทำแบบทดสอบหลังเรียน อีกประมาณร้อยละ 20

3. การผสมผสานแบบ 80:20 เป็นการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ร้อยละ80 และแบบปกติร้อยละ 20 คือจัดกิจกรรมในห้องเรียนแบบเผชิญหน้าก่อน เช่น การปฐมนิเทศ การฝึกใช้เครื่องมือ ประมาณร้อยละ 10 จากนั้นให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองแบบออนไลน์ประมาณร้อยละ 80 เมื่อสิ้นสุดการเรียนจะให้ผู้เรียนมาสรุปผลเรียน นำเสนอผลงาน หรือทำแบบทดสอบหลังเรียน อีกประมาณร้อยละ 10

จักรพงษ์ กล่อมปัญญา, อุทิศ บำรุงชีพและปริญญา ทองสอน (2561) กล่าวว่านวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน คือการเรียนที่ผสมการเรียนออนไลน์และการเรียนในชั้นเรียนโดยที่เนื้อหาส่วนใหญ่ส่งผ่านระบบออนไลน์ ใช้การอภิปรายออนไลน์มีการพบปะกันในชั้นเรียนบ้างและมีส่วนที่น่าสนใจการ อภิปรายออนไลน์ถือเป็นการส่งผ่านเนื้อหาออนไลน์ การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คุณลักษณะที่ดีระหว่างกิจกรรมการสอนแบบเผชิญหน้า (Face to Face) และกิจกรรมการสอนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต (e-Learning) โดยการใช้คุณสมบัติที่ดีของการเรียนแบบเผชิญหน้า และการเรียนแบบออนไลน์ในสัดส่วนออนไลน์ 30-70 เปอร์เซ็นต์ มาผสมผสานกันโดยที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีส่วนร่วม ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้เต็มตามศักยภาพตามขั้นตอนของกิจกรรมที่แตกต่างระหว่างการเรียนการสอนแบบเผชิญหน้า (Face to Face) และการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (e-Learning) ผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการเลือกใช้สื่อการเรียน การสอน เพื่อสร้างสิ่งเร้าและสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ ความสามารถได้อย่างเต็มศักยภาพ ในขณะเดียวกันผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนมือถือแบบผสมผสานโดยผสมผสานวิธีการเรียนรู้แบบออนไลน์และวิธีการเรียนรู้แบบในชั้นเรียนปกติเข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้การจัดการเรียนการสอนบนมือถือที่มีการนำเสนอบทเรียนผ่านอินเทอร์เน็ตหรือศึกษาสื่อออนไลน์โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านโมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อ ทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับการเรียนในชั้นเรียนที่มีการอภิปรายทำแบบทดสอบแบบฝึกหัดและเติมเต็มประสบการณ์การเรียนรู้ โดยจะใช้สัดส่วนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแบบ 50:50 คือ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบออนไลน์ร้อยละ 50 และแบบในห้องเรียนปกติร้อยละ 50

ตารางที่ 2 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานพร้อมสัดส่วนการเรียนและเทคโนโลยีที่นำมาใช้

หัวข้อ	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานด้วยการเรียนการสอนแบบร่วมมือ (ปิยนันท์ ปานนิ่ม, 2559)	การสังเคราะห์รูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (อัญชนา กลิ่นเทียน และวรรณชัย วรรณสวัสดิ์, 2560)	ผลการเรียนแบบผสมผสานด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ข้อมูลและสารสนเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมสิริวัณวรี ๓ ฉะเชิงเทรา (ศรัณย์รัชต์ บุญญานุรักษ์ และอนิรุทธ์ สติมั่น, 2560)
กิจกรรมการเรียนรู้	**ขั้นก่อนการสอน** - แบ่งกลุ่มผู้เรียน - ทดสอบก่อนเรียน **ขั้นระหว่างการสอน** 1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นสอน 3. ขั้นฝึกทักษะ 4. ขั้นทดสอบ 5. ขั้นสรุปและประเมินผล **ขั้นหลังการสอน** -ทดสอบหลังเรียน	**ขั้นก่อนการสอน** - ปฐมนิเทศ - ทดสอบก่อนเรียน - ศึกษาข้อมูล **ขั้นระหว่างการสอน** 1. นำเสนอเนื้อหาที่เรียน 2. ตั้งคำถามหรือปัญหา 3. ทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือน 4. อภิปรายและบันทึกผล 5. สรุปผล 6. ทำโครงงาน **ขั้นหลังการสอน** -ทดสอบหลังเรียน - ประเมินผล	**ขั้นตอนการสอนในขั้นเรียน** **-** บรรยาย อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน และนำเสนอผลงาน และกิจกรรมการ**ขั้นตอนสอบแบบออนไลน์** - การศึกษาใบความรู้และสื่อการเรียนออนไลน์ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ภายนอก การสนทนาออนไลน์ การอภิปรายออนไลน์ การส่งงาน **การจัดกิจกรรมตามขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน** **ขั้นที่1** สร้างความสนใจโดยใช้คำถามกระตุ้นความสนใจในชั้นเรียน **ขั้นที่2** สำรวจและค้นหาให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเนื้อหาบทเรียนจากสื่อการเรียนแบบออนไลน์ **ขั้นที่3** อธิบายและลงข้อสรุปนักเรียนร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์ สรุปผลงานในระบบแบบออนไลน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หัวข้อ	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานด้วยการเรียนการสอนแบบร่วมมือ (ปิยนันท์ ปานนิ่ม, 2559)	การสังเคราะห์รูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (อัญชนา กลิ่นเทียน และวรรณชัย วรรณสวัสดิ์, 2560)	ผลการเรียนแบบผสมผสานด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ข้อมูลและสารสนเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมสิริวัณวรี ๓ ฉะเชิงเทรา (ศรัณย์รัชต์ บุญญานุรักษ์ และอนิรุทธ์ สติมั่น, 2560)
			ขั้นที่4 ขยายความรู้ นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้มาอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ โดยการทำใบงาน ตอบคำถาม และนำเสนอผลงานในชั้นเรียน **ขั้นที่5** ประเมินครูประเมินความรู้ของนักเรียนจากการส่งใบงาน การอภิปรายตอบข้อซักถามในระบบแบบออนไลน์
สัดส่วนการเรียน	Online50 : Offline50	Online70 : Offline30	Online50 : Offline50
เทคโนโลยีที่นำมาใช้	เว็ปไซต์	ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	(LMS) เว็บไซต์ www.krusaran.com

4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

4.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E

รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E หมายถึงรูปแบบการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยมที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ซึ่งจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับสิ่งเคยที่เข้าใจอยู่แล้ว โดยทฤษฎีนี้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจียต์ ที่ผู้เรียนต้องนำสิ่งที่เคยได้เรียนรู้มาสร้างโครงสร้างทางปัญญาด้วยตนเอง โดยอยู่ภายใต้ภาวะไม่สมดุล เกิดข้อขัดแย้งทางปัญญา เพื่อให้ผู้เรียนนำประสบการณ์ที่

ได้รับมาใหม่ ไปปรับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อแก้ไขปัญหาหรือข้อขัดแย้ง การที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองได้จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (ภัณฑิรา กัณหาไชย, 2562)

Good (1945) ได้ให้นิยามของการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นเสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังให้แนวคิดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิด การสังเกต เกี่ยวกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจนและประดิษฐ์คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด รวมถึงใช้วิธีการอย่างชาญฉลาดในการทดสอบและสรุปได้อย่างมีเหตุผล

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปความหมายได้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้

4.2 ขั้นตอนกิจกรรมของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามวงจรการเรียนรู้ 5E

นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของนักเรียนเอง เรียกวงจรการเรียนรู้นี้ว่า Inquiry cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้ Bybee et al (2006) อ้างถึงใน รัตนเกล้า ประดิษฐ์ด้วง (2562)

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้นักเรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการหรือทักษะและเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอดกระบวนการหรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะโดยการให้เวลาและโอกาสแก่นักเรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นนักเรียนแต่ละคน หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่นักเรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของนักเรียนที่ยังไม่ถูกต้อง

และยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้นักเรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียน ครูควรระลึกอยู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่นักเรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม นักเรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explain) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้นักเรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกอยู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวนักเรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดนักเรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่นักเรียนต้องการ ในกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่นักเรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้คือ ครูควรชี้แนะให้นักเรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluate) ขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้ของรูปแบบการสอน ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของนักเรียนด้วย

ภัณฑิรา กัณหาไชย (2562) ได้กล่าวถึงกลยุทธ์การเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้ค้นหาและสร้างความรู้ด้วยตนเอง และสามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา ได้มีขั้นตอนการเรียน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) ครูเป็นผู้ประเมินความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนผ่านกิจกรรมสั้น ๆ เช่น การถามคำถาม การอภิปรายปัญหา สถานการณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ควรเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมและประสบการณ์ใหม่ของผู้เรียน

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นนี้นักเรียนต้องใช้ทักษะและกระบวนการในการแสวงหาความรู้ใหม่ โดยอาจเป็นการทำกิจกรรมปฏิบัติการที่ใช้ความรู้เดิมมา เชื่อมโยงสร้างแนวคิดใหม่ การสำรวจและค้นหาเหตุการณ์ต่าง ๆ และออกแบบการสำรวจตรวจสอบ ครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้การชี้แนะในการสืบค้นหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ

3. ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนจะต้องแสดงความเข้าใจในมโนทัศน์ใหม่ ครูจะเป็นผู้ทำหน้าที่ให้คำแนะนำแล้วให้นักเรียนเป็นผู้อธิบายความเข้าใจในมโนทัศน์เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์มากขึ้น ขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำการวิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป รูปวาด แบบจำลอง เป็นต้น

4. ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนจะนำมโนทัศน์ใหม่ แบบจำลอง หรือข้อสรุปมาขยายความเข้าใจโดยเชื่อมโยงจากประสบการณ์ที่เคยได้รับ หรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เป็นประเด็นที่นักเรียนสนใจ เพื่อทำให้ความรู้ขยายกว้างขวางมากขึ้น

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินความเข้าใจมโนทัศน์และทักษะที่นักเรียนได้รับ ทั้งครูและนักเรียนจะมีส่วนร่วมในการประเมินผล การประเมินอาจแทรกอยู่ใน แต่ละขั้นในการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามวงจรการเรียนรู้ 5E มีทั้งหมด 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา 3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นการขยายความรู้ 5) ขั้นการประเมินผล

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้า ดังเอกสารดังนี้

5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงเป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เกิดจากการคิด เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น สามารถแสดงออกได้จากการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ในชั้นเรียนได้ (ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล, 2557)

ภาณุเดช หงษาวงศ์ (2548) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางการปฏิบัติควบคู่ไปกับทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ และช่วยให้เกิดกระบวนการคิดอย่างมีเหตุ รวมทั้งการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนเกิด

ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองไปสู่กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์ (2556) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา การแก้ไขปัญหาและการค้นคว้าหาความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้ จากการสำรวจตรวจสอบ หรือจากการทดลอง

อารักษ์ ไชยหลาก (2556) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ที่มีระเบียบแบบแผน มีขั้นตอนและมีการฝึกฝนในการปฏิบัติอย่างมีระบบจนเกิดความชำนาญกล่าวโดยสรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมหรือความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ไปใช้แก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องคล่องแคล่ว

Sholihah, Sarwanto & Aminah (2020) กล่าวว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการคิดที่ใช้ในการสร้างความรู้ไตร่ตรองปัญหาและกำหนดผลลัพธ์ รวมถึงเป็นการรับรู้หรือความรู้สึกและความสามารถทางกายภาพและสมรรถภาพ และเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาการระบุปัญหาการรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการตีความและการสื่อสาร

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา การแก้ไขปัญหาและการค้นคว้าหาความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบทเรียน พร้อมทั้งยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นจึงเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ และทักษะที่จำเป็นต่อการพัฒนาและต่อยอดจากทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและเป็นทักษะสำคัญสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาอีกด้วย ซึ่งก็คือทักษะขั้นบูรณาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวว่าทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการเป็นทักษะขั้นสูงที่ต้องอาศัยการบูรณาการจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งผู้เรียนควรฝึกฝนให้เกิดความชำนาญมาก่อน จึงจะทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเน้นศึกษาที่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 6 ทักษะ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการว่ามีทั้งหมด 6 ทักษะดังต่อไปนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบหรือการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยต้องอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าที่ยังไม่ทราบถึงผลหรือยังไม่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้มักจะกล่าวถึงไว้เป็นข้อความที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อที่จะสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลองให้เกิดความเข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการตั้งสมมติฐานหนึ่งๆ ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือ สิ่งที่เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผล อันเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกจากตัวแปรต้นที่ส่งผลกระทบต่อการทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน จึงจะทำให้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนของการทดลองได้

4. ทักษะการทดลอง (Experiment) หมายถึง กระบวนการลงมือปฏิบัติงานเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนทดลองก่อนลงมือทดลองเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ในการทดลอง

4.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติในการทำการทดลอง

4.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การสำรวจ การวัด หรือวิธีอื่น ๆ

5. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making) หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูลในบางครั้งอาจจะต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น ส่วนการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองได้

6. การสร้างแบบจำลอง (Formulating Models) หมายถึง ความสามารถสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือสนใจ เช่น กราฟ สมการ แผนภูมิ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว รวมถึงความสามารถในการนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบจำลองแบบต่าง ๆ

5.3 ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ การแสดงออกถึงความรู้และความสามารถที่แสดงออกมา ที่สามารถระบุได้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านั้นมักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม วิธีหนึ่งที่อาจจะใช้พิจารณาว่าข้อความเป็นสมมติฐานหรือไม่ ก็โดยนำข้อความนั้นมาเขียนให้อยู่ในรูปของประโยค ถ้า...แล้วจะ...หรือเมื่อ...แล้วจะ...ถ้าเขียนได้ข้อความนั้นก็เป็นสมมติฐาน และการตั้งสมมติฐานนั้น ที่ตั้งไว้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ โดยจะทราบภายหลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมักจะสามารถบรรยายถึงวิธีการทดลองในนิยามให้ชัดเจน พร้อมทั้งระบุสิ่งที่สังเกตไว้ในนิยาม

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรคือต้องสามารถชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้

4. ทักษะการทดลอง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ ออกแบบทดลองโดย

4.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม

4.2 ระบุอุปกรณ์และสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

4.3 บันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

5. ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

5.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

5.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

6. ทักษะการสร้างแบบจำลอง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

6.1 สามารถสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

6.2 สามารถนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบจำลองแบบต่าง ๆ

5.4 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.4.1 ตัวชี้วัดในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 แบบ คือการประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (multiple choice paper andpencil tests) และการประเมินจากพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (performance assessment) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นวิธีเก่าคงเดิม ในขณะที่การประเมินพฤติกรรมเป็นแนวทางเลือกใหม่ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นวัตถุประสงค์สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2544)

ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2557) กล่าวถึงการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในช่วงของการประเมินผลย่อยหรือการประเมินผลความก้าวหน้า (Formative assessment) นั้น ตัวชี้วัดมีส่วนช่วยให้ครูสามารถมุ่งประเด็นไปสู่พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกได้ช่วยสื่อความหมายของแต่ละพฤติกรรมนั้น และช่วยชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องหรือส่วนที่ควรพัฒนาต่อหรือเพิ่มเติมสำหรับนักเรียน ช่วยให้มองเห็นความก้าวหน้าของแต่ละทักษะได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ตัวชี้วัดอาจจะอยู่ในรูปแบบของคำถามที่แสดงพฤติกรรม ยกตัวอย่างประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนแสดงถึงความตระหนักรู้และยอมรับว่าอาจมีคำอธิบายอื่น ๆ นอกเหนือจากของตนเองที่

สามารถอธิบายเรื่องหรือหลักฐานนั้นได้

- ผู้เรียนสามารถอธิบายหรือแนะแนวทางในการสังเกตสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้หรือไม่
- ผู้เรียนแสดงถึงความตระหนักรู้ว่าในคำอธิบายหรือข้อมูลมีความหลากหลายเป็นไปได้หลายทาง (Tentative) มีความสงสัยและต้องการพิสูจน์

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนสามารถบรรยายถึงวิธีการทดลองในนิยามได้อย่างชัดเจน
- ผู้เรียนสามารถระบุสิ่งที่สังเกตไว้ในนิยามได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้หรือสามารถระบุตัวแปรที่ต้องการศึกษาได้หรือไม่

- ผู้เรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับตัวแปร ตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงได้ตามตัวแปรเหตุ หรือการเปรียบเทียบตัวแปรหรือไม่

4. ทักษะการทดลอง (Experimenting) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนสามารถออกแบบการทดลองได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลอง ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถบันทึกผลการทดลองได้หรือไม่

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนอภิปรายความสัมพันธ์ของสิ่งที่ค้นพบกับคำถามเริ่มต้นได้หรือไม่
- ผู้เรียนเปรียบเทียบผลที่ได้กับสิ่งที่ได้พยากรณ์ไว้ได้หรือไม่
- ผู้เรียนแปลความหมายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้หรือไม่
- ผู้เรียนระบุรูปแบบหรือแนวโน้มในการสังเกตหรือการวัดต่อไปได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดได้หรือไม่

6. ทักษะการสร้างแบบจำลอง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

- ผู้เรียนสามารถสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบจำลองแบบต่าง ๆ ได้หรือไม่

Wendy McColskey & Rita O'Sullivan (2000) ได้กล่าวถึงจากตัวอย่างตัวชี้วัดในลักษณะคำถามตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาเราสามารถกำหนดตัวชี้วัดเหล่านี้จากนิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หากเราทราบถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงทักษะเหล่านั้น ก็จะสามารถกำหนดตัวชี้วัดแล้วนำตัวชี้วัดมาแปลงเป็นเกณฑ์เพื่อกำหนด เป็น Rubric score ต่อไป ซึ่งจะทำให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้องตรงประเด็นเพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ตอบโจทย์ความสามารถที่หลากหลายของผู้เรียนต่อไป

ตารางที่ 3 แสดงการสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	**ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2557)**	**ภาพิสุทธิ์ ภูวญาณพงศ์ (2557)**	The American Association for the Advancement of Science: AAAS (1967)	**อทิติย์ ชูตระกูลวงศ์ (2556)**
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน				
- ผู้เรียนแสดงถึงความตระหนักรู้และยอมรับว่าอาจมีคำอธิบายอื่น ๆ นอกเหนือจากของตนเองที่สามารถอธิบายเรื่องหรือหลักฐานนั้นได้	✓			
- ผู้เรียนสามารถอธิบายหรือแนะแนวทางในการสังเกตสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้	✓		✓	✓
- ผู้เรียนแสดงถึงความตระหนักรู้ว่าในคำอธิบายหรือข้อมูลมีความหลากหลายเป็นไปได้หลายทาง (Tentative) มีความสงสัยและต้องการพิสูจน์	✓			
- บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้			✓	✓
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
- ผู้เรียนสามารถบรรยายถึงวิธีการทดลองในนิยามได้อย่างชัดเจน	✓			
- ผู้เรียนสามารถระบุสิ่งที่สังเกตไว้ในนิยามได้	✓		✓	✓
- ผู้เรียนสามารถกำหนดนิยามและขอบเขตสิ่งที่ต้องการศึกษาได้			✓	✓
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร				
- ผู้เรียนตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้หรือสามารถระบุตัวแปรที่ต้องการศึกษาได้	✓			✓
- ผู้เรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับตัวแปร ตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงได้ตามตัวแปรเหตุ หรือการเปรียบเทียบตัวแปรได้	✓		✓	✓
- ผู้เรียนบ่งชี้ถึงตัวแปรต้น ตาม และควบคุมได้			✓	✓

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2557)	ภาพิสุทธิ์ ภูวญาณพงศ์ (2557)	The American Association for the Advancement of Science: AAAS (1967)	อทิติย์ ชูตระกูลวงศ์ (2556)
4. ทักษะการทดลอง				
- ผู้เรียนสามารถออกแบบการทดลองได้	✓	✓	✓	✓
- ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลอง ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้	✓	✓	✓	✓
- ผู้เรียนสามารถบันทึกผลการทดลองได้	✓	✓	✓	✓
- กำหนดวิธีการทดลองได้ โดยคำนึงถึงตัวแปร		✓	✓	
- ระบุอุปกรณ์และสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ในการทดลองได้				✓
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
- ผู้เรียนอภิปรายความสัมพันธ์ของสิ่งที่ค้นพบกับคำถามเริ่มต้นได้	✓		✓	
- ผู้เรียนเปรียบเทียบผลที่ได้กับสิ่งที่ได้พยากรณ์ไว้ได้				
- ผู้เรียนแปลความหมายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้	✓	✓	✓	
- ผู้เรียนระบุรูปแบบหรือแนวโน้มในการสังเกตหรือการวัดต่อไปได้	✓	✓		
- ผู้เรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดได้	✓	✓	✓	✓
6. ทักษะการสร้างแบบจำลอง				
- ผู้เรียนสามารถสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้	✓			
- ผู้เรียนสามารถนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบจำลองแบบต่าง ๆ ได้	✓			

สรุปจากตารางที่ 3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการประกอบไปด้วย 6 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้จะมีพฤติกรรมบ่งชี้ว่าความสามารถหรือการปฏิบัติใดที่แสดงให้เห็นถึงการเกิดขึ้นของทักษะนั้น ๆ

5.4.2 แนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

The Exploratorium and Institute for Inquiry (2006) การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าประสงค์หลักที่ต้องเกิดในตัวผู้เรียน ทักษะเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญของทักษะการคิดซึ่งแสดงถึงผลลัพธ์ (Outcome) ของการศึกษา ช่วยพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียน และพัฒนาความสามารถในการระบุหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ครูต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะเหล่านี้ ซึ่งการประเมินผลความก้าวหน้า (Formative assessment) ถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยให้ครูสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ ซึ่งแนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลาย ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2557) ได้นำเสนอแนวทางการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมไว้ดังนี้

1. การใช้กระบวนการสังเกต เป็นวิธีการใช้ประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน โดยจะเกิดขึ้นในระหว่างผู้เรียนปฏิบัติการทดลองหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชั้นเรียน แบ่งออกได้ 3 แบบ ได้แก่

1.1 การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal observation form) เป็นการสังเกตโดยไม่มีประเด็นชี้เฉพาะ สังเกตโดยภาพรวม ไม่กำหนดบุคคลที่ต้องการสังเกต จึงได้ข้อมูลอย่างคร่าว ๆ

1.2 การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured observation) เป็นการสังเกตโดยมีประเด็นทักษะชัดเจนและเป็นระบบ มีการกำหนดกลุ่มผู้เรียน มีแบบสังเกตทำให้ได้ข้อมูลความก้าวหน้าของผู้เรียนทั้งรายกลุ่มและรายบุคคลและครูสามารถให้ผลสะท้อนกลับแก่ผู้เรียนได้

1.3 การสังเกตแบบเล่าเรื่อง (Narrative) เป็น การสังเกตพฤติกรรมที่ซับซ้อน เช่น การทำงานกลุ่ม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม ที่ไม่สามารถตอบได้ด้วยการ checklist การบันทึกการสังเกตจะใช้การเขียนบรรยายแบบเล่าเรื่องราว จะทำให้ทราบปัญหาที่ลึกซึ้ง และสามารถแก้ปัญหาได้

2. การใช้คำถาม (Question) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่นการสัมภาษณ์ (Interview) แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-assessment questionnaire) การทดสอบ (Testing) เป็นต้น

2.1 การสัมภาษณ์ (Interview)เป็นวิธีการประเมินที่ต้องใช้เวลาและส่งผลต่อการจัดการชั้นเรียน แต่ก็ยังเป็นวิธีที่มีคุณค่า โดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนที่มีลักษณะเฉพาะตัว มีปัญหาในการเรียนรู้ หรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาอย่างเร่งด่วน ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้คำตอบที่ทำให้ครูสามารถหาแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน และวิธีการนี้ยังทำให้ผู้เรียนรู้สึกได้ว่าครูให้ความเป็นห่วงและความสนใจ ซึ่งมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและส่งเสริมการเรียนรู้ อีกทั้งยังเหมาะกับนักเรียนที่มีปัญหาการถ่ายทอดข้อความผ่านการเขียนตอบและเหมาะสำหรับการติดตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งวิธีการนี้สามารถจัดเป็น

การสัมภาษณ์รายกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ สามารถกระทำได้ทั้งการ สัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured interview) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) และการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview)

2.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-assessment questionnaire) เป็นอีกเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับผู้เรียนในการวิเคราะห์ตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไรและสามารถใช้ได้ในด้านอื่น เช่นความรู้ ผลงานที่ตนเองทำ เจตคติ ฯลฯเป็นการสะท้อนความคิดของผู้เรียนที่มีต่อตนเองให้ครูได้รับรู้ สามารถประเมินตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะเป็นอย่างไรและตนเองยังควรต้องพัฒนาปรับปรุงส่วนไหน อย่างไร ครูสามารถใช้ผลจากการประเมินตนเองของผู้เรียนประกอบกับเครื่องมืออื่น ๆ ที่ครูใช้ประเมิน อาจทำเป็นแบบสอบถามในรูปแบบคำถามปลายเปิด (Open-ended questions) มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) และอีกหลากหลายรูปแบบ

2.3 การทดสอบ (Testing) ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้จากการใช้แบบทดสอบ การประเมินทักษะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงสิ่งที่ตนเองรู้มากกว่าการจดจำความรู้ ครูสามารถประเมินนักเรียนในขณะที่ลงมือทำกิจกรรม ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบข้อสอบที่เป็นข้อคำถามความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีความแตกต่างอยู่ทั้งข้อคำถามและรูปแบบการตอบ

3. การประเมินจากผลงานนักเรียน (Looking at students work) เป็นการพิจารณาจากการตอบคำถามในใบงาน (Worksheet) การเขียนอนุทิน (Journal) โครงงาน ชิ้นงาน แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) แต่วิธีการเหล่านี้มักใช้เวลาในการตรวจประเมินและให้คะแนน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ (2539) ดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจกแจงให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีสถานการณ์พฤติกรรมที่คาดหวัง เกณฑ์ ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นในบทหนึ่ง ๆ ควรกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรม ทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าใด อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรถือหลักว่า ควรใช้การสอบแบบใดจึงจะสามารถตรวจวัดพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมมากที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่มีความสำคัญที่มุ่งให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่วและชำนาญ ดังนั้นในการสอนจึงต้องปลูกฝังให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควรดำเนินการดังนี้ กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน สร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมใดอย่างละกี่ข้อ สร้างสถานการณ์และข้อคำถามที่ต้องการทักษะทางวิทยาศาสตร์ การตรวจสอบจะต้องมีความเป็นปรนัยในการให้คะแนน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ ใช้วิธีประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือการประเมินด้วยแบบทดสอบ

ตารางที่ 4 แสดงการแนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	**เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง (2562)**	วีรญาดา บางแบ่ง (2558)	ฤตฎ์ ชมภูวิเศษ, พัชรินทร์ ชมภูวิเศษ (2563)	**ธนภรณ์ ก้องเสียง และรินรดี พรวิริยะสกุล (2560)**	**ภัณฑิรา กัณหาไชย (2562)**	**ภานัดดา ญาศรี, สมเกียรติ อินทสิงห์ และ นทัต อัศภาภรณ (2563)**
การสังเกตที่อย่างเป็นทางการ (การสังเกต)		✓				
การสังเกตที่ไม่มีโครงสร้าง (การสังเกต)						
การสังเกตแบบเล่าเรื่อง (การสังเกต)						
การสัมภาษณ์ (การใช้คำถาม)						
การทำแบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (การใช้คำถาม)						
การทดสอบ (การใช้คำถาม)	✓	✓		✓	✓	✓
การประเมินจากผลงานนักเรียน	✓		✓			

สรุปตารางที่ 4 แนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการใช้การทดสอบหรือเป็นการใช้คำถามและการสังเกตเพื่อเป็นการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง (2562) ได้มีการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่องเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.50/17.40 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากแอปพลิเคชัน ถูกออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหา และปฏิบัติตามได้ง่ายขึ้น อีกทั้งผู้เรียนสามารถเข้าดูได้ทุกที่ทุกเวลาตามที่ผู้เรียนต้องการ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาและทบทวนเนื้อหาได้บ่อยครั้งตามที่ต้องการ และเป็นการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่ออีกด้วย จึงทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ดียิ่งขึ้น และทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ไทยสงคราม, นงนิตย์ มรกต และณัฏฐาเนตร นันทบุตร (2555) ได้เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบผสมผสานกับวิธีการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้แบบผสมผสานมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบผสมผสาน ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการสอนที่ เน้นกระบวนการกลุ่มให้นักเรียนร่วมมือกันและช่วยเหลือ ซึ่งกันและกัน นั่นคือ รูปแบบการสอนแบบเทคนิคการต่อภาพ (Jigsaw) เทคนิคการเรียนรู้แบบเป็นทีมรูปแบบ STAD (Student Teams-Achievement Division) และเทคนิควัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดขยายต่อเนื่องจากความคิดเดิมที่มีอยู่ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เป็นวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้นและไม่น่าเบื่อ จึงทำให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบผสมผสานสูงกว่าแบบปกติ

พรนภา อาจสว่าง (2558) ได้มีการพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น เนื่องจากว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อเสมือนจริง ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จะเห็นได้ว่าผู้เรียนมีผลการเรียนรู้หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ผู้เรียนรู้จักที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดที่ดีมากขึ้น ผู้เรียนมีความสนใจ ที่อยากจะเรียน มีความพึงพอใจต่อสื่อเสมือนจริง และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนมากขึ้น ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยกระตุ้นความสนใจ

ให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ อีกทั้งผู้เรียน ยังสามารถฝึกทำการทดลองกับอุปกรณ์เสมือนจริงด้วยตนเองจนกว่าจะเข้าใจและสามารถฝึกลองผิด ลองถูกได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง และไม่ต้องกังวลในเรื่องของอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการทดลอง เหมือนกับการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง ซึ่งสามารถพัฒนาความรู้ และความเข้าใจของ นักเรียนได้เป็นอย่างดี แสดงให้เห็นว่า สื่อเสมือนจริงมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทั้งผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ภัทริกา เจริญสุข, จารุวัส หนูทอง, ปิยะดา จิตรตั้งประเสร็ฐ และปิยรัตน์ ดรบัณฑิต (2014) ได้มีการพัฒนาการทดลองเสมือน พบว่าผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมากจากการทดลองเสมือนมีลักษณะคล้ายกับการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน และการทดลองเสมือนนั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่จำลองหลักการและทฤษฎี และกระบวนทดลองมานำเสนอในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหวควบคู่กับวีดิทัศน์ เข้ามาช่วยในกระบวนการทดลองให้แก่ผู้เรียนได้เห็นในเชิงประจักษ์ ควบคู่ไปกับการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างระบบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ผ่านการทดลองเสมือนได้มีการนำเทคโนโลยีมัลติมีเดียแบบโต้ตอบเพื่อเข้ามาช่วยในการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนให้มีลักษณะคล้ายกับการเรียนแบบปกติ แต่การทดลองแบบเสมือนจริงจะมีการจำลองสถาณการณ์ของห้องปฏิบัติการ สารเคมี และอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ในการทดลองเสมือนจึงทำให้นักเรียนรู้สึกว่าตัวเองได้ลงมือปฏิบัติทำการทดลองจริง

ราวรรณ แสงอยู่ (2556) ได้ทำวิจัยเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐานที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อน

วิษณุ วงศ์อ่อนตาว (2559) ค้นพบว่าการเรียนแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมมีความเหมาะสมในระดับมาก (4.48) และมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 81.92/78.50 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่าการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนตามยุคสมัย โดยเปลี่ยนบทบาทจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ออกแบบและจัดการสื่อการเรียนรู้ สารสนเทศและสภาพแวดล้อมทางการศึกษา รวมถึงการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน โดยการประยุกต์เอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการจัดกิจกรรมให้

เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนให้เกิดการเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถและมีทักษะในการแสวงหาความรู้และสามารถนำไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ให้เกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดชีวิต ซึ่งถือว่าเป็นเป้าหมายสำคัญสูงสุดในกระบวนการจัดการเรียนการสอน

Haryadi and Pujiastuti (2019) ได้ทำวิจัยการเรียนรู้โดยใช้ซอฟต์แวร์ PhET เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องอุณภูมิและความร้อน ซอฟต์แวร์ PhET มีลักษณะคล้ายกับการเรียนรู้แบบห้องปฏิบัติการเสมือนหรือเรียกได้ว่าเป็นอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่สามารถแสดงแนวคิดนามธรรม ที่ไม่สามารถแสดงบนอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการจริงได้ ผลการวิจัยพบว่า การใช้ซอฟต์แวร์ PhET เป็นการเรียนรู้เชิงตอบโต้ มีลักษณะเป็นการเรียนแบบเสมือนจริง มีผลคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง ดังนั้น PhET สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากว่าการเรียนรู้บนซอฟต์แวร์ PhET ผู้เรียนได้ลงมือผ่านกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง ได้ฝึกได้ทำด้วยตนเอง กระตุ้นความสนใจผู้เรียนให้ผู้เรียนจดจ่อกับบทเรียนของตัวเอง และทำให้นักเรียนเองรู้สึกได้ว่า แนวคิดที่กำลังทำการสอนกำลังเป็นไปในบริบทที่แท้จริง นอกจากนี้นักเรียนยังมีอิสระในการเรียนรู้ของตนเองผ่านกิจกรรมดังกล่าว

Safitri, Fahrudin andJu madi (2020) ได้มีการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการทดลองและห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่องกฎอาร์คิมิดีส โดยในกิจกรรมใช้การปฏิบัติการเสมือนได้ใช้ซอฟต์แวร์ PhET มาช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้นี้ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนในห้องปฏิบัติการเสมือนมีค่าคะแนนเฉลี่ยที่สูงกว่าผู้เรียนในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากว่า PhET ที่สร้างเป็นแอนิเมชั่นนั้นนักเรียนใช้งานได้ง่ายและเข้าใจได้ง่ายและแน่นอนว่าสื่อจำลองของ PhET เข้าถึงเป้าหมายการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการ พร้อมทั้งนักเรียนได้เรียนรู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดการพัฒนาทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ และจากผลการศึกษานี้คาดว่านักเรียนสามารถใช้ห้องปฏิบัติการทั้งสองพร้อมกันได้ทั้งห้องทดลองและห้องทดลองเสมือนจริงเพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดการเรียนวิทยาศาสตร์ และพัฒนาทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้ดีขึ้นอีกด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การวิจัยสำรวจขั้นต้น เป็นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ และความต้องการจำเป็น และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ของกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ระยะที่ 2 การสร้างต้นแบบ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยออกแบบต้นแบบโมไบล์แอปพลิเคชันและกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามหลักการออกแบบของ ADDIE MODEL

ระยะที่ 3 การนำต้นแบบไปสู่การทดลองปฏิบัติและประเมินผล โดยการนำห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ไปทดลองปฏิบัติและทำการประเมินผล

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 1 การวิจัยสำรวจขั้นต้น

การวิจัยในระยะที่ 1 เป็นการสำรวจนำร่อง เพื่อศึกษา ประเมิน และทำความเข้าใจภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ และความต้องการจำเป็นของกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

กลุ่มตัวอย่างการวิจัยระยะที่ 1 ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยผู้เชี่ยวชาญรวมทั้งสิ้นจำนวน 5 ท่าน ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

1.1 เป็นอาจารย์ผู้สอน หรือผู้มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี ในด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา และ / หรือ

1.2 เป็นผู้มีประสบการณ์ในการเขียนหนังสือ หรือตำรา หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

2.1 เป็นอาจารย์ผู้สอน หรือผู้ที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี ในด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และ / หรือ

2.2 เป็นผู้มีประสบการณ์ในการเขียนหนังสือ หรือตำรา หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศไทย และเป็นคุณครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาทั่วประเทศไทย

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ทั่วประเทศไทย จำนวนทั้งสิ้น 438 คนใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) โดยเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane (1973) ที่ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 และที่ระดับค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 480 คน โดยแบ่งตามภูมิภาคต่าง ๆ 6 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ภาคละ 4 โรงเรียน รวมทั้งหมด 24 โรงเรียน เก็บข้อมูลโรงเรียนละ 20 คน รวมแบบสอบถามที่ส่งไปทั้งหมด 480 ชุด เพื่อป้องกันอัตราการตอบกลับที่ไม่ครบตามจำนวนที่กำหนดซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ผล ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามกลับคืนจำนวน 438 ชุด เป็นชุดที่มีข้อมูลสมบูรณ์ครบถ้วน คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 91

2.2 เป็นครูที่สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ทั่วประเทศไทย จำนวนทั้งสิ้น 447 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) โดยเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane (1973) ที่ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 และที่ระดับค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 480 คน โดยแบ่งตามภูมิภาคต่าง ๆ 6 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ภาคละเท่า ๆ กัน เก็บข้อมูลภาคละ 80 คน รวมแบบสอบถามที่ส่งไปทั้งหมด 480 ชุด เพื่อป้องกันอัตราการตอบกลับที่ไม่ครบตามจำนวนที่กำหนดซึ่ง

จะเป็นผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ผล ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามกลับคืนจำนวน 447 ชุด เป็นชุดที่มีข้อมูลสมบูรณ์ครบถ้วน คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 93

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเพื่องานวิจัย และแบบสอบถามเพื่องานวิจัยเรื่อง ประสบการณ์ใช้ ความต้องการจำเป็น และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของ**นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น** มีข้อคำถามจำนวนรวมทั้งสิ้น 57 ข้อ โดยแบ่งเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และการจัดอันดับ (Ranking)

ตอนที่ 2 ความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale)

ตอนที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยปัจจัยดังกล่าวเป็นประเด็นที่นักเรียนเห็นว่ามีความจำเป็นต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชัน เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเพื่องานวิจัย และแบบสอบถามเพื่องานวิจัย เรื่อง ประสบการณ์ใช้ ความต้องการจำเป็น และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของ**ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา** ซึ่งสร้างจากตัวแปรที่กำหนดในกรอบแนวคิดการวิจัย มีข้อคำถามจำนวนรวมทั้งสิ้น 57 ข้อ โดยแบ่งเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) และการจัดอันดับ (Ranking)

ตอนที่ 2 ความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale)

ตอนที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยปัจจัยดังกล่าวเป็นประเด็นที่ครูผู้สอนเห็นว่ามีความจำเป็นต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชัน เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale)

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ

ภาพที่ 2 กระบวนการสร้างเครื่องมือเพื่อศึกษาประสบการณ์ผู้ใช้และความต้องการจำเป็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัยระยะที่ 1

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ความต้องการจำเป็น และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์และร่างเป็นแบบสอบถาม

2. นำร่างแบบสอบถามเพื่อการวิจัยของนักเรียนระดับชั้นมัธยมตอนต้นและครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ จากนั้นนำข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาไปทำการแก้ไขปรับปรุงให้แบบสอบถามมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

3. นำแบบสอบถามที่แก้ไขสมบูรณ์แล้วจากข้อที่ 2 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item-objective congruence) จากนั้นคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามซึ่งข้อคำถามทั้ง 57 ข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินทุกข้อ และได้รับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังต่อไปนี้

3.1 ข้อคำถามบางข้ออาจจะมีความหมายใกล้เคียงกัน ควรมีการปรับในส่วนของข้อคำถามให้กระชับและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3.2 เพิ่มคำชี้แจงอธิบายในแบบสอบถามเพื่อให้ผู้ทำแบบสอบถามเข้าใจตรงกันกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย

4. ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์แล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ชุด เพื่อทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) และวิเคราะห์ด้วยสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของ Cronbach ซึ่งการทดสอบความเชื่อมั่นของข้อคำถามจัดกระทำขึ้นเพื่อให้มั่นใจว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นสูง ค่าสถิติที่ได้ต้องไม่ต่ำกว่า 0.6 จึงจะยอมรับได้ว่ามีความเชื่อมั่น (Nunnally, 1978) ซึ่งแบบสอบถามเพื่องานวิจัยในระยะที่ 1 มีทั้งหมด 3 ตอน จำนวนรวม 57 ข้อ และทุกข้อผ่านเกณฑ์ทดสอบค่าความเชื่อมั่น โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 5 และตารางที่ 6

5. สร้างแบบสอบถามออนไลน์ และดำเนินการขอความอนุเคราะห์จากโรงเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูล

6. นำข้อมูลที่ได้รับมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS จากนั้นสรุปผลและอภิปรายผลจากข้อมูลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ และเขียนรายงานการวิจัย

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามเพื่องานวิจัยระยะที่ 1 ของแบบสอบถามนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

Item Reliability Statistics	If item dropped
	Cronbach's Alpha
ความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	0.904
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้ฉันเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้	0.896
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้ฉันมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ	0.900
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้ฉันกำหนดขอบเขตของการทดลอง	0.904
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้ฉันกำหนดตัวแปรได้	0.893
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้ฉันควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้	0.898
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้ฉันสามารถสรุปผลจากการทดลองได้	0.900
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้ฉันออกแบบการทดลองได้	0.902
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้ฉันบันทึกผลและสรุปการทำการทดลองได้	0.894
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้ฉันสามารถเสนอแนวคิดรวบยอดได้	0.893
$PNI_{Modified}$ สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ได้	0.904
$PNI_{Modified}$ ช่วยลดระยะเวลาในการทดลองได้	0.899
$PNI_{Modified}$ สามารถทดลองซ้ำๆ ได้	0.895
$PNI_{Modified}$ สามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์ สารเคมีต่าง ๆ	0.889
$PNI_{Modified}$ ฉันรู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง	0.894
ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	0.964
เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย	0.964
มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน	0.962
มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ตนเองเบื้องต้น	0.962
การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ	0.958
มีฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน	0.957
สามารถใช้งานได้กับทุกแพลตฟอร์ม	0.958
ความเสถียรของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	0.965
สามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง	0.961
ช้เป็นการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา	0.963

Item Reliability Statistics	If item dropped
	Cronbach's Alpha
ความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	0.904
สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง	0.959
สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา	0.963
สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นหรือครูได้	0.962

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามเพื่องานวิจัยระยะที่ 1 ของแบบสอบถามครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

Item Reliability Statistics	If item dropped
	Cronbach's Alpha
ความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	0.877
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้	0.852
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้นักเรียนมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ	0.867
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้กำหนดขอบเขตของการทดลอง	0.871
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้นักเรียนกำหนดตัวแปรได้	0.870
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้นักเรียนควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้	0.876
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลองได้	0.874
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้นักเรียนออกแบบการทดลองได้	0.869
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้นักเรียนบันทึกผลและสรุปการทำการทดลองได้	0.859
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้นักเรียนสามารถเสนอแนวคิดรวบยอดได้	0.868
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้นอกสถานที่ได้	0.872
$PNI_{Modified}$ ช่วยลดระยะเวลาในการทดลองได้	0.868
$PNI_{Modified}$ นักเรียนสามารถทดลองซ้ำๆ ได้	0.874
$PNI_{Modified}$ สามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์ สารเคมีต่าง ๆ	0.868
$PNI_{Modified}$ ช่วยให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง	0.868
ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	0.950
เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย	0.944
มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน	0.943

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Item Reliability Statistics	If item dropped
	Cronbach's Alpha
ความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	0.877
มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ของนักเรียนเบื้องต้น	0.948
การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ	0.949
มีฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน	0.946
สามารถใช้งานได้กับทุกแพลตฟอร์ม	0.944
ความเสถียรของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	0.948
สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับนักเรียนในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง	0.944
สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา	0.944
สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	0.947
สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ได้ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา	0.944
สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับนักเรียนได้	0.946

จากตารางที่ 5 และตารางที่ 6 สรุปได้ว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามในระยะที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป ซึ่งพบว่ามีค่าความเชื่อมั่นที่สูงและผ่านเกณฑ์ สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยได้จริง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. อธิบายข้อมูลทั่วไปและวิเคราะห์ข้อมูลประสบการณ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยใช้ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division)

2. วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการจำเป็นโดยใช้สูตรคำนวณหาค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (Priority Needs Index: PNI) (สุวิมล ว่องวาณิช, 2550)

$$(PNI_{Modified}) = \frac{(I-D)}{D}$$

เมื่อ ($PNI_{Modified}$) แทน ดัชนีเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น

I แทน ค่าเฉลี่ยของสภาพที่ควรจะเป็น

D แทน ค่าเฉลี่ยสภาพปัจจุบัน

3. วิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division)

ระยะที่ 2 การสร้างต้นแบบ (Prototype) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

การวิจัยในระยะที่ 2 เป็นการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 มาทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และออกแบบต้นแบบโมไบล์แอปพลิเคชันและกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการจำเป็นของนักเรียนและครูผู้สอนและให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน โดยมีต้นแบบที่ต้องการพัฒนาดังต่อไปนี้

1. โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย ได้แก่

2.1 แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยระยะที่ 2 ได้แก่

1. ผู้เชี่ยวชาญรวมทั้งสิ้นจำนวน 6 ท่าน ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

1.1.1 เป็นอาจารย์ผู้สอน หรือผู้มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี ในด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา และ / หรือ

1.1.2 เป็นผู้มีประสบการณ์ในการเขียนหนังสือ หรือตำรา หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

1.2.1 เป็นอาจารย์ผู้สอน หรือผู้ที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี ในด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และ / หรือ

1.2.2 เป็นผู้มีประสบการณ์ในการเขียนหนังสือ หรือตำรา หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 20 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ที่สอดคล้องกับคุณสมบัติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. แบบประเมินคุณภาพสื่อ

2. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

2.1 แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

2.2 ร่างแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เพื่อทดสอบค่าความเชื่อมั่น ดัชนีความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ

1. โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้การพัฒนาอย่างเป็นระบบด้วยหลักการของ ADDIE MODEL มี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์

1.1 ประสบการณ์ผู้ใช้ ความต้องการจำเป็น และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จากทุกภาคทั่วประเทศไทย จากการวิจัยในระยะที่ 1 พบว่า ความต้องการจำเป็นสูงที่สุด หรือมีค่าดัชนีความต้องการจำเป็นสูงที่สุดของนักเรียน คือ โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้ ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนมากที่สุดคือ ต้องการการออกแบบที่สวยงาม และน่าสนใจ ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มากที่สุด พบว่า สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับให้นักเรียนทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง

1.2 เนื้อหา การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามแนวทางการส่งเสริมของสสวท. โดยเป็นการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ แก้ไขปัญหา พร้อมทั้งมีการฝึกทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดีของผู้เรียนและเพื่อนำไปใช้หรือเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของผู้เรียนได้ จึงได้มีการนำเนื้อหาที่ให้ผู้เรียนได้ใช้การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการคิดวิเคราะห์ และเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมต่อช่วงวัยของผู้เรียน และเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายากและเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์และต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการฝึกและทำความเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

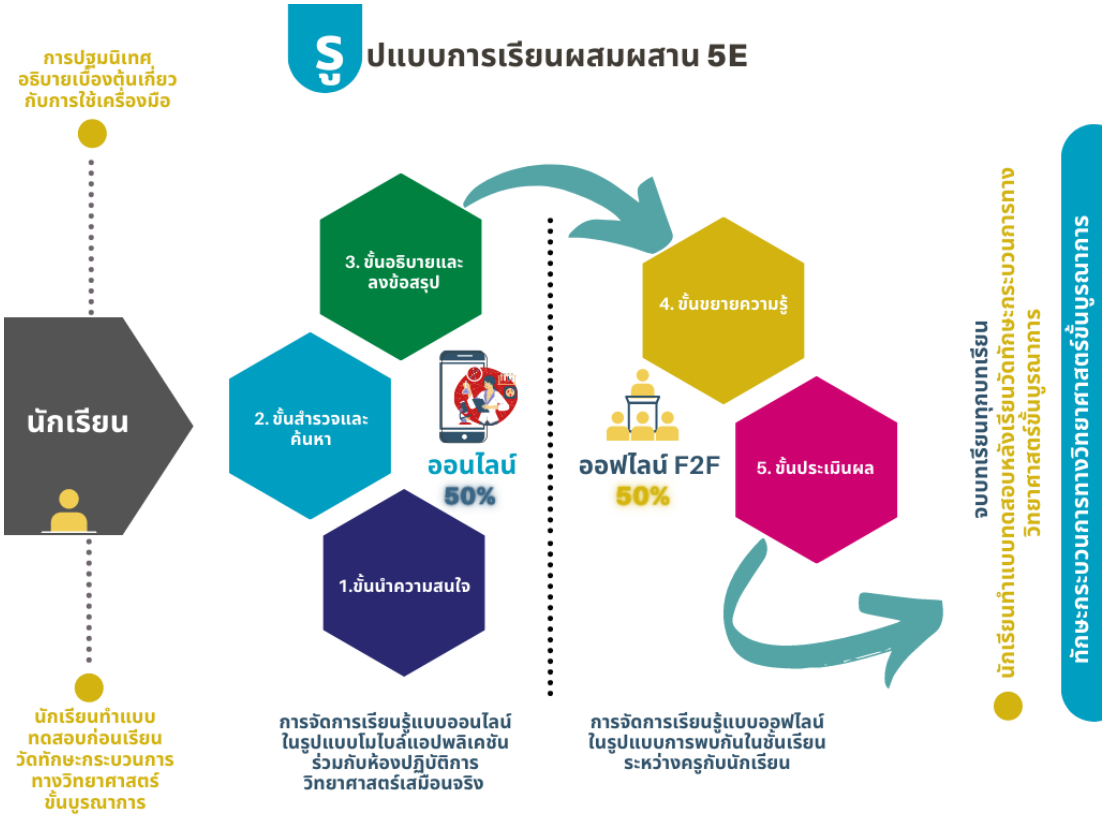
1.3 ผู้เรียน เป็นการวิเคราะห์ตามหลักความสามารถของผู้เรียน เก่ง กลาง อ่อน

1.4 รูปแบบการเรียนการสอน เป็นการวิเคราะห์เทคนิคและวิธีการที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.5 การประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการศึกษาวิธีการประเมินผลให้เหมาะสมกับลักษณะของเรื่องที่ต้องการจะวัด

2. การออกแบบ (Design) นำข้อมูลจากการวิเคราะห์ในข้อที่ 1 มาใช้ในการวางแผนการออกแบบโมไบล์ที่สอดคล้องกับหลักการออกแบบ

2.1 ออกแบบรูปแบบการเรียนและกิจกรรมในโมไบล์แอปพลิเคชัน ประกอบด้วยการกำหนดวัตถุประสงค์ในการนำเสนอเนื้อหากิจกรรม ออกแบบเนื้อหาจากผลการวิเคราะห์ในข้อที่ 1



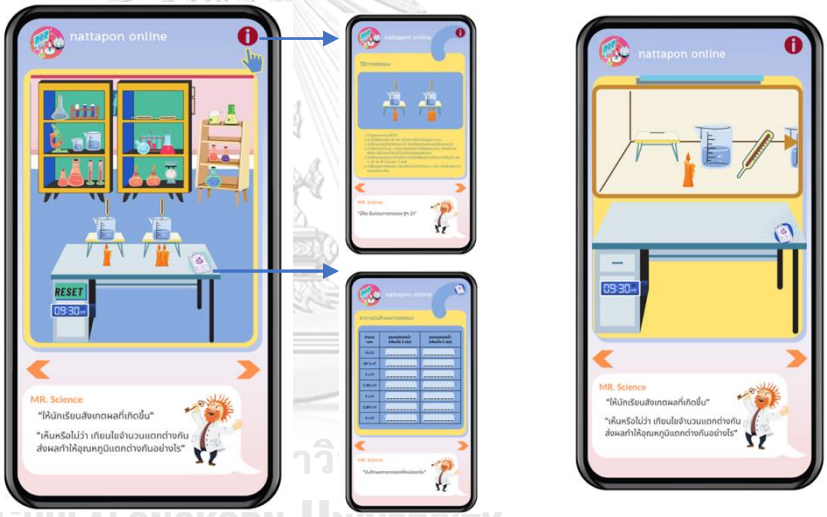
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 3 รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

โดยรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยมีการเรียนแบบออนไลน์ (Online) ผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน ร้อยละ 50% และเป็นการเรียนแบบออฟไลน์ (Offline) โดยนักเรียนพบกับครูในห้องเรียน ร้อยละ 50% โดยมีการนำการเรียนรู้แบบ 5E เป็นกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เข้ามาเป็นขั้นตอนในการเรียนรู้ทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์ โดย 3 ขั้นแรก ประกอบด้วย ขั้นนำความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นอธิบายและลงข้อสรุป จะเป็นการเรียนรู้ผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน ส่วนอีก 2 ขั้นสุดท้าย ประกอบไปด้วย ขั้นขยาย

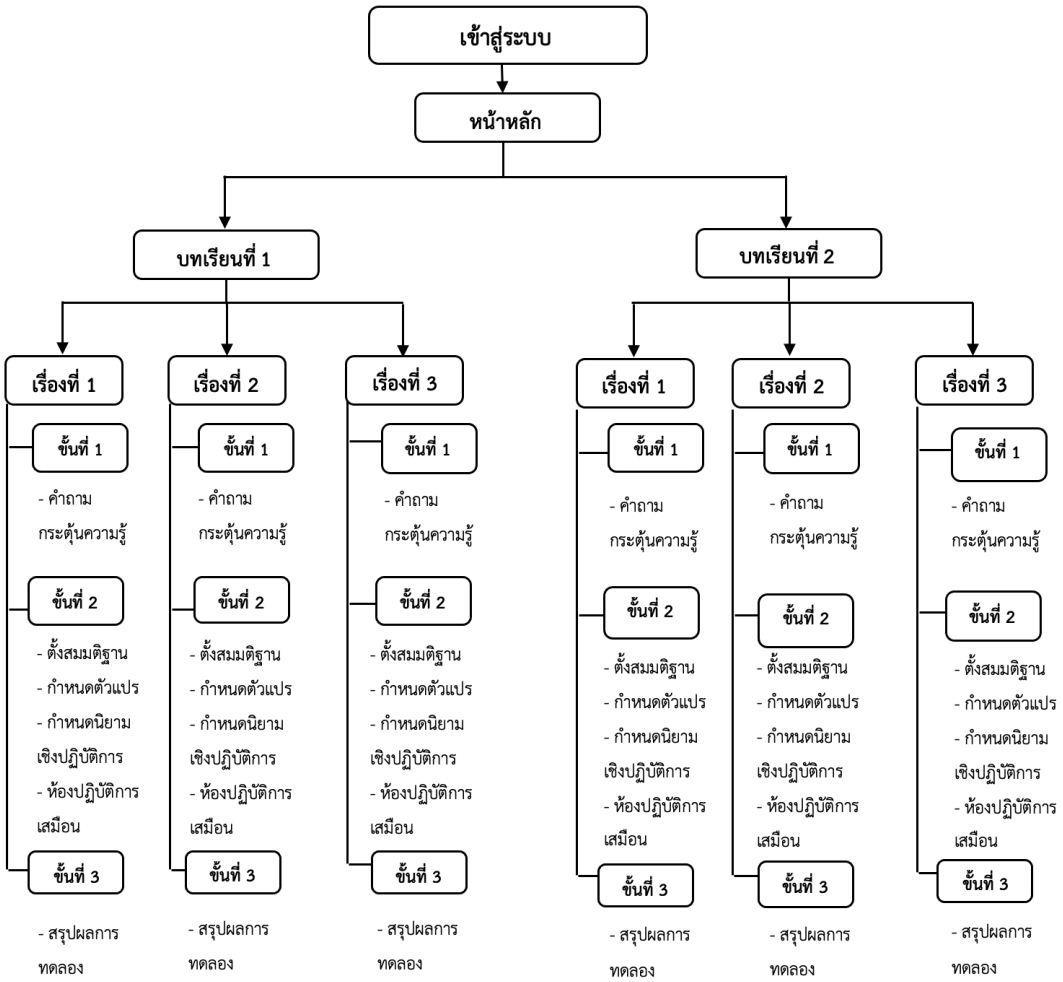
ความรู้ และขั้นประเมินผล จะเป็นการเรียนแบบออฟไลน์ ทั้งนี้ในการเรียนดังกล่าวกำหนดให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยตัวเองผ่านโมไบล์แอปพลิเคชันในรูปแบบออนไลน์ และมีการจัดเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบออฟไลน์ โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนพบกับครูที่ห้องเรียนโดยร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนออนไลน์ รวมไปถึงขยายความรู้เพื่อเพิ่มเติมเสริมความรู้ให้กับผู้เรียน ทั้งนี้ในแต่ละบทเรียนผู้เรียนต้องทำข้อสอบเพื่อทบทวนความรู้

2.2 ออกแบบหน้าจอ หน้าจอภายในโมไบล์แอปพลิเคชันมีการออกแบบให้เป็นสัดส่วน ในการวางตำแหน่งของการแสดงเนื้อหา ภาพ ปุ่มควบคุม และส่วนอื่น ๆ ที่จำเป็น และองค์ประกอบหลักของหน้าจอในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ประกอบด้วย 1. ส่วนอุปกรณ์การทดลอง 2. ส่วนพื้นที่ทำการทดลอง 3. ส่วนบรรยายอธิบายความรู้ และมีในส่วนของฟังก์ชันเพิ่มเติม คือ ปุ่มเมนูคำอธิบายขั้นตอนการทดลอง และปุ่มเมนูแบบบันทึกการทดลอง เพื่อให้มีการใช้งานที่สะดวกและรวดเร็วในการทำกิจกรรม



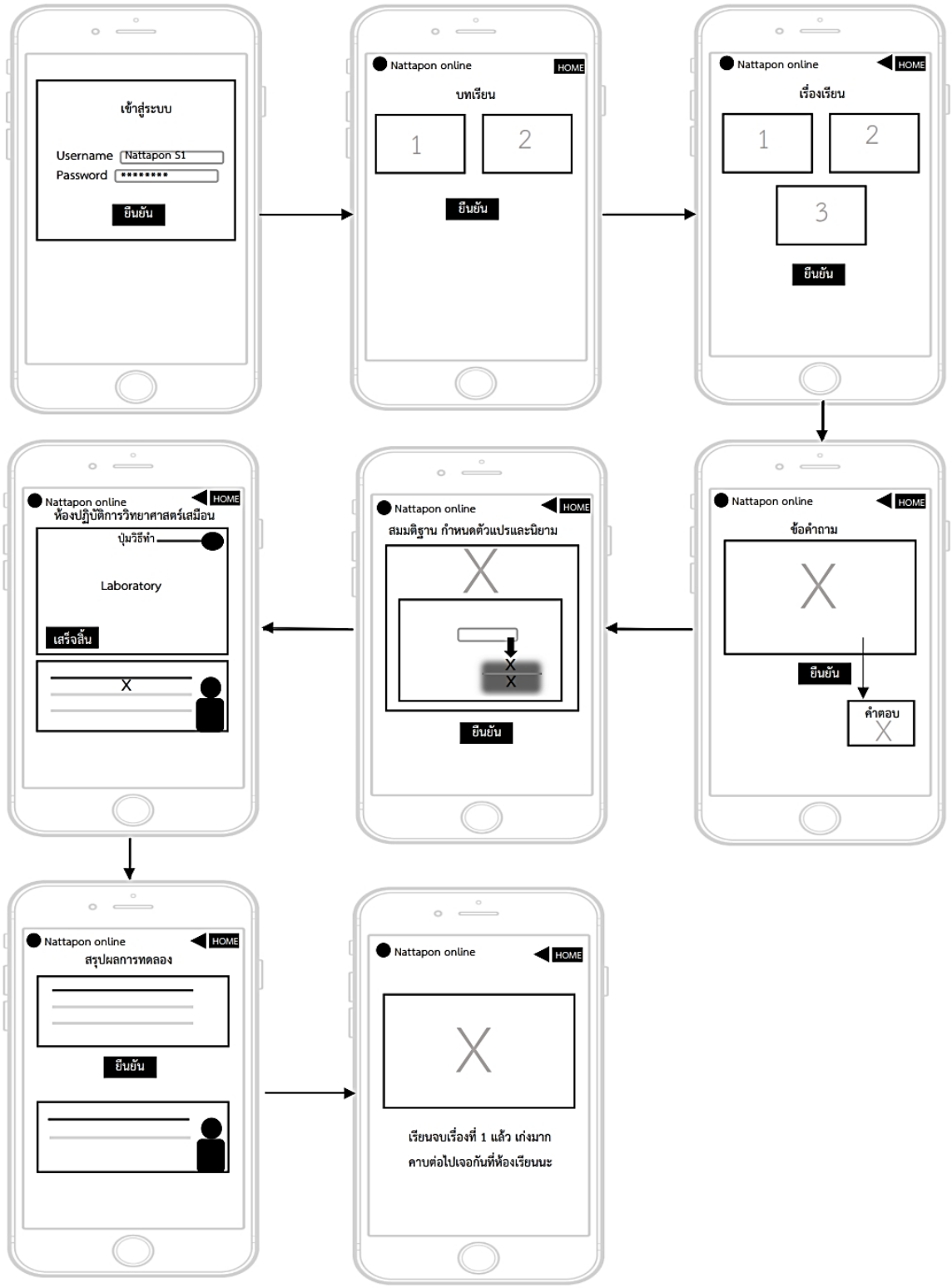
ภาพที่ 4 ออกแบบหน้าจอของโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

2.3 ออกแบบกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ด้าน ที่มีความสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการฝึกและปฏิบัติด้วยตนเอง ในแต่ละเนื้อหาผู้เรียนจะปฏิบัติตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ขั้นตอน โดยมีลำดับคำสั่งที่ชัดเจนที่นักเรียนสามารถปฏิบัติตามได้จากรูปภาพหรือข้อความบนหน้าจอ โดยการสัมผัสปุ่มหรือตำแหน่งต่าง ๆ ที่มีการกำหนดเงื่อนไขไว้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 5 แผนภาพแสดงโครงสร้างและลำดับของโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการใช้งานโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

2.4 ออกแบบการเก็บข้อมูล สำหรับการบริหารจัดการ เป็นการเก็บข้อมูลความรู้ เนื้อหาต่าง ๆ และกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยผ่านฐานข้อมูล MYSQL ช่วยให้ผู้สอนหรือครูเจ้าของวิชาสามารถไปดูรายละเอียดการบันทึกคำตอบของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

3. การพัฒนา (Development) สร้างเนื้อหาโมไบล์แอปพลิเคชันตามที่ได้วิเคราะห์และที่ได้ออกแบบไว้ ไม่ว่าจะเป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย คำบรรยาย โทนสีและการมีปฏิสัมพันธ์ จัดทำแบบร่างโครงสร้างเนื้อหาไว้ และรวบรวมกันจนเป็นแบบร่างโมไบล์แอปพลิเคชัน จากนั้นนำไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วจึงปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วจึงนำข้อมูลต่าง ๆ มาสร้างโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง เมื่อพัฒนาจนครบถ้วนแล้วจึงนำไป ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบและประเมินคุณภาพสื่อและให้คำแนะนำ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพสื่อ ประกอบด้วยด้านเนื้อหา และด้านการออกแบบ ที่ได้พัฒนาขึ้น หลังจากนั้นนำผลการวิเคราะห์ไปปรับปรุงและนำไปใช้ได้จริง

โดยการสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อ โดยกำหนดเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับการประเมินโมไบล์แอปพลิเคชันโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถามสำหรับการประเมินแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ซึ่งเกณฑ์การแปลความหมายโดยผู้วิจัยกำหนดการแปลความหมายไว้ โดยมีเกณฑ์การแปลผลการให้คะแนน ดังนี้ (มัลลิกา บุนนาค, 2551)

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดี

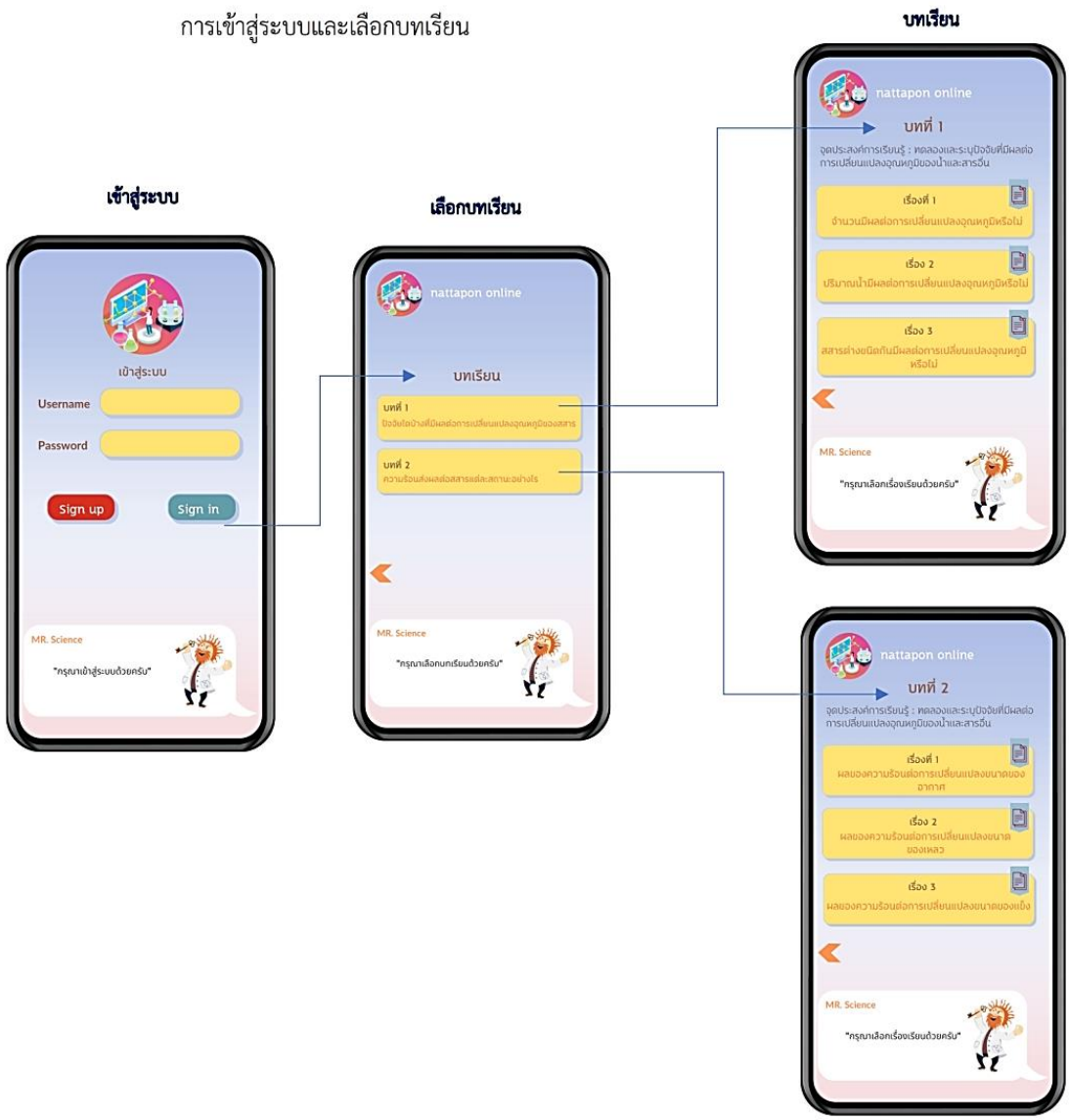
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับน้อยที่สุด

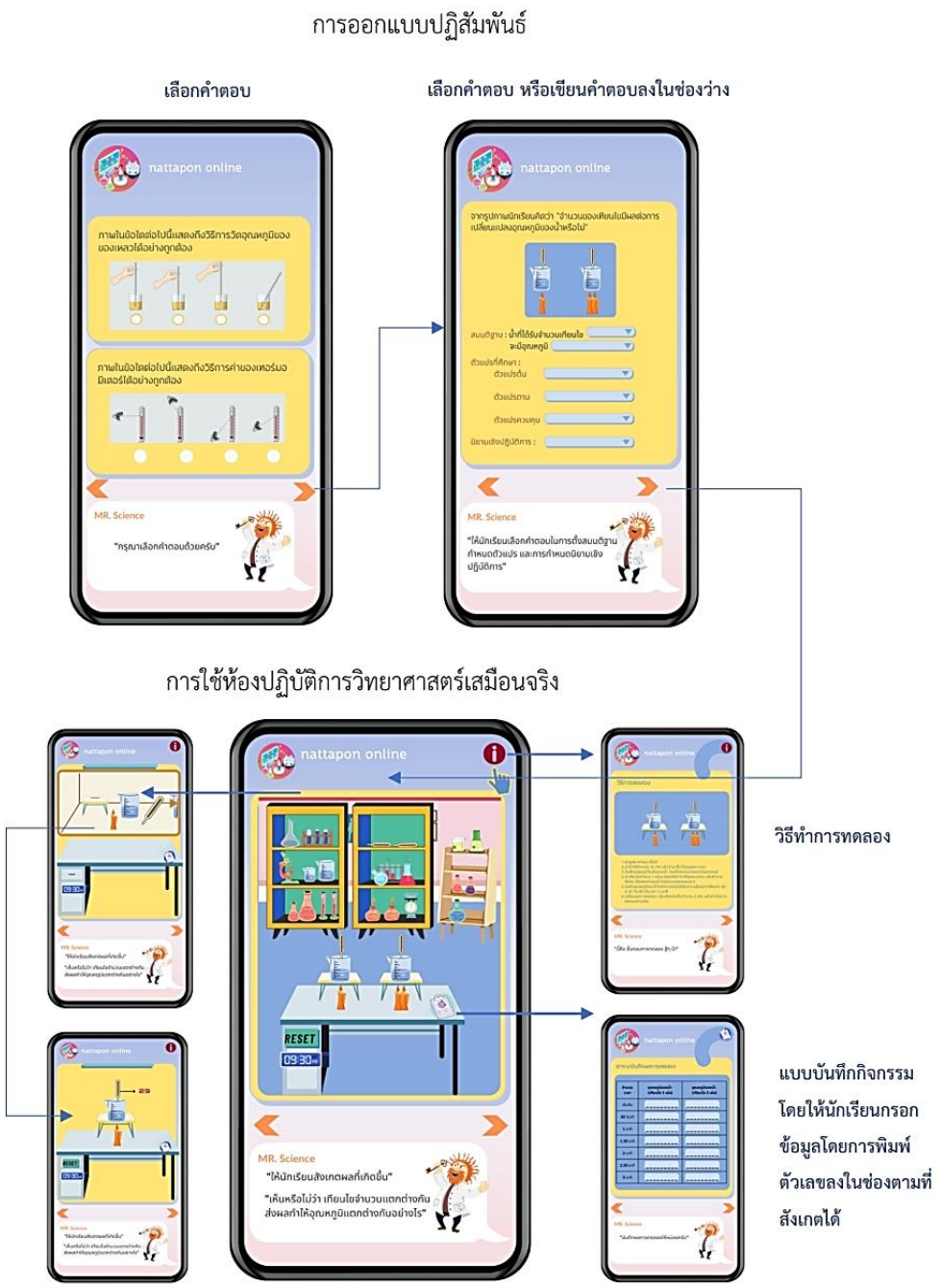
ผลการประเมินคุณภาพสื่อห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.72, S.D. = 0.15) เหมาะสมสามารถนำไปทดลองใช้ได้ (ภาคผนวก จ)

จากกระบวนการออกแบบทำให้ได้พัฒนาแบบร่างต้นแบบโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง สำหรับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ภาพที่ 7) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 7 ตัวอย่างโครงร่างโมไบล์แอปพลิเคชัน



นักเรียนสามารถลากแถบอุปกรณ์ลงมาเพื่อที่จะเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ มาวางบริเวณพื้นที่โต๊ะทำการทดลอง เพื่อดำเนินการทดลองตรวจสอบสมมติฐานและข้อเท็จจริงตามที่กำหนด

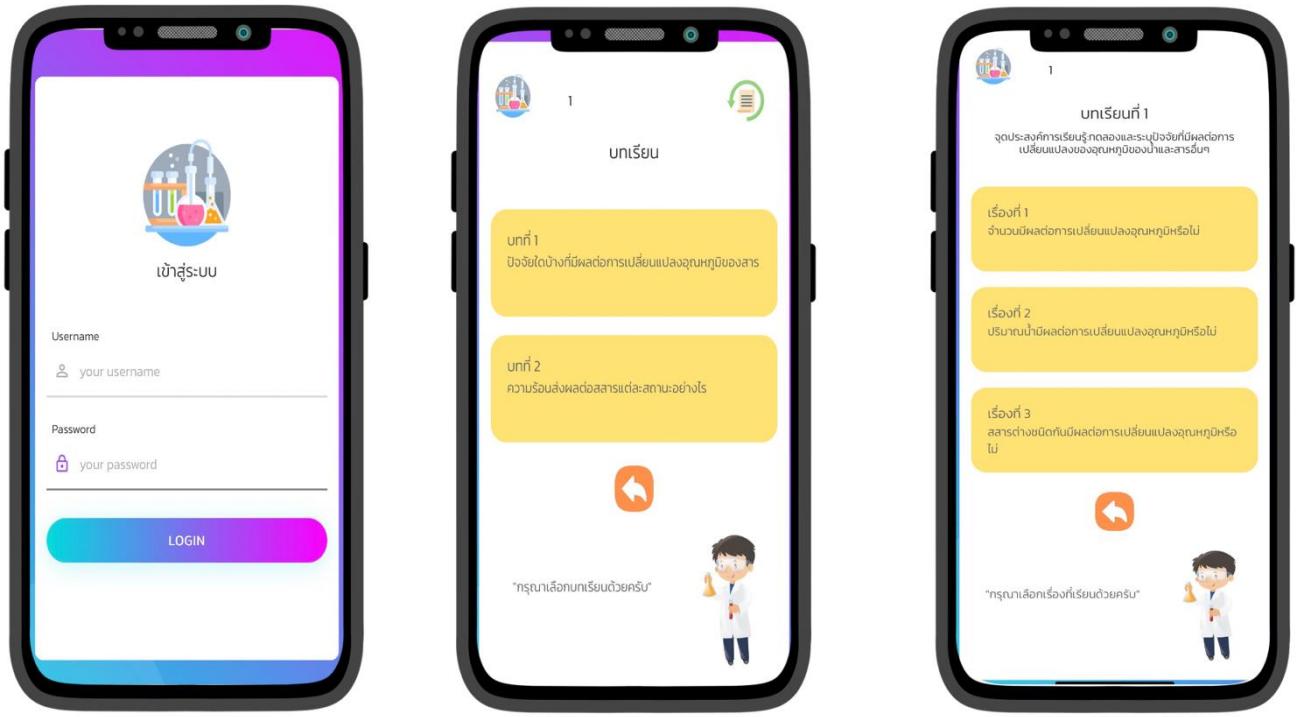
ภาพที่ 7 ตัวอย่างโครงร่างโมไบล์แอปพลิเคชัน (ต่อ)

การพิมพ์คำตอบลงในช่องว่าง

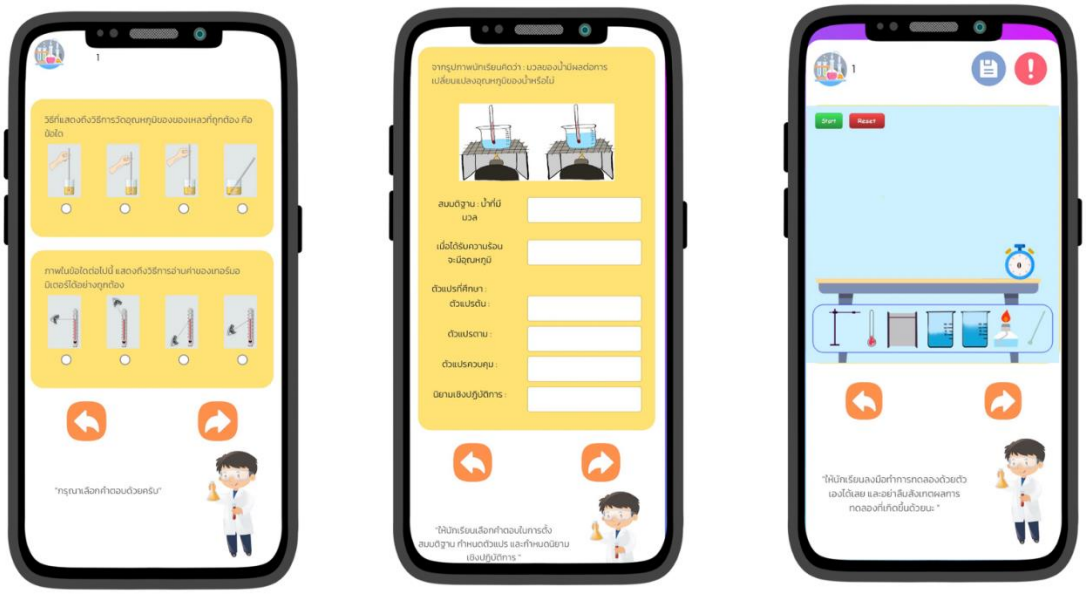
ภาพที่ 7 ตัวอย่างโครงร่างโมไบล์แอปพลิเคชัน (ต่อ)

จากนั้นผู้วิจัยนำร่างต้นแบบโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงสำหรับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มาพัฒนาเป็นต้นแบบโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยในส่วนของการพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงนั้น ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือหลักในการพัฒนาคือ **Visual Studio Code** ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด เป็นภาษา php, html และ javascript เก็บฐานข้อมูลด้วย MYSQL และสร้างห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง 2 มิติ ด้วยโปรแกรม **Construct 2** ด้วยภาษา HTML5 แบบ WebGL ดังแสดงในภาพ

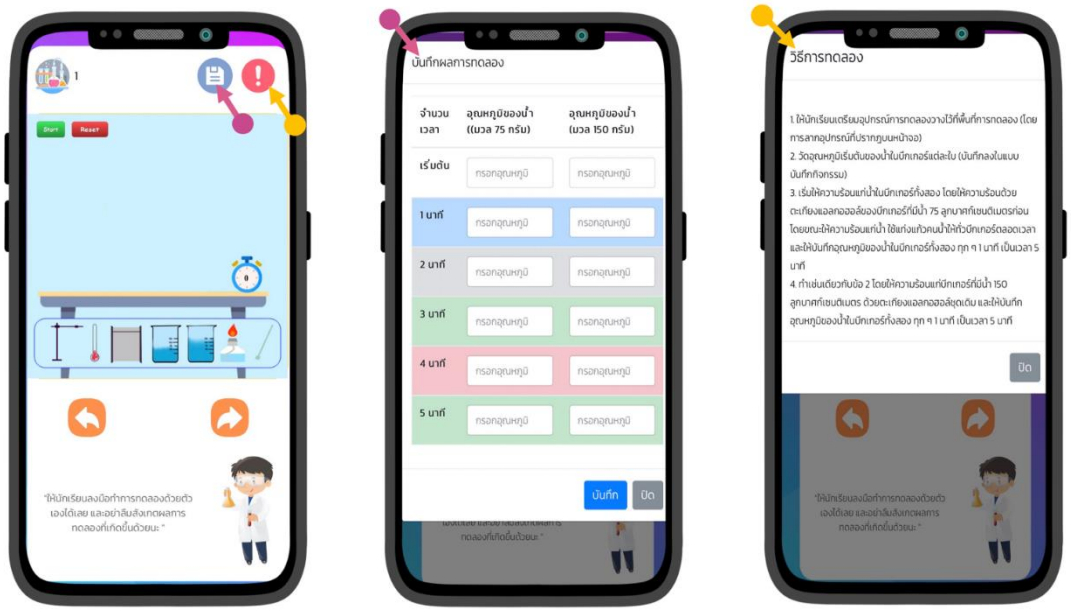
ต้นแบบโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ภาพที่ 8-13)



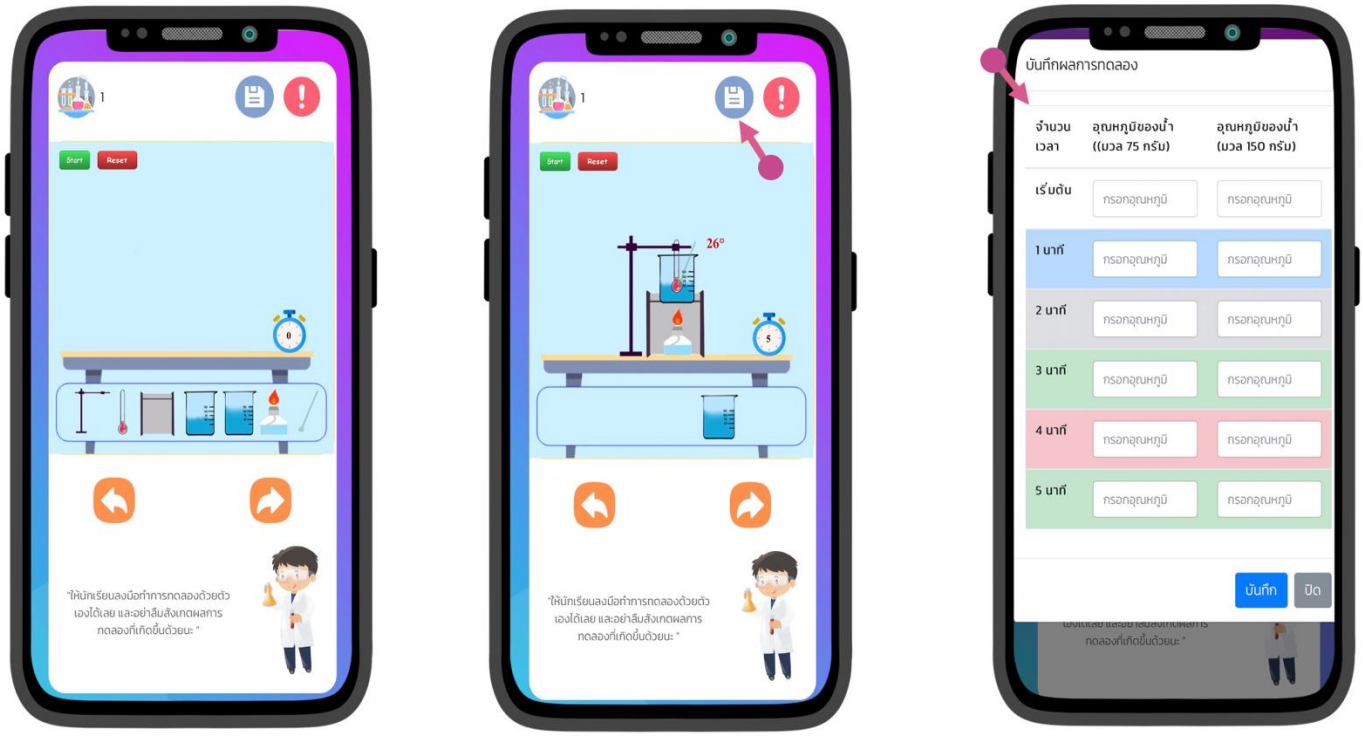
ภาพที่ 8 หน้าเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ 9 หน้ากิจกรรมการตอบคำถาม และทำการทดลอง

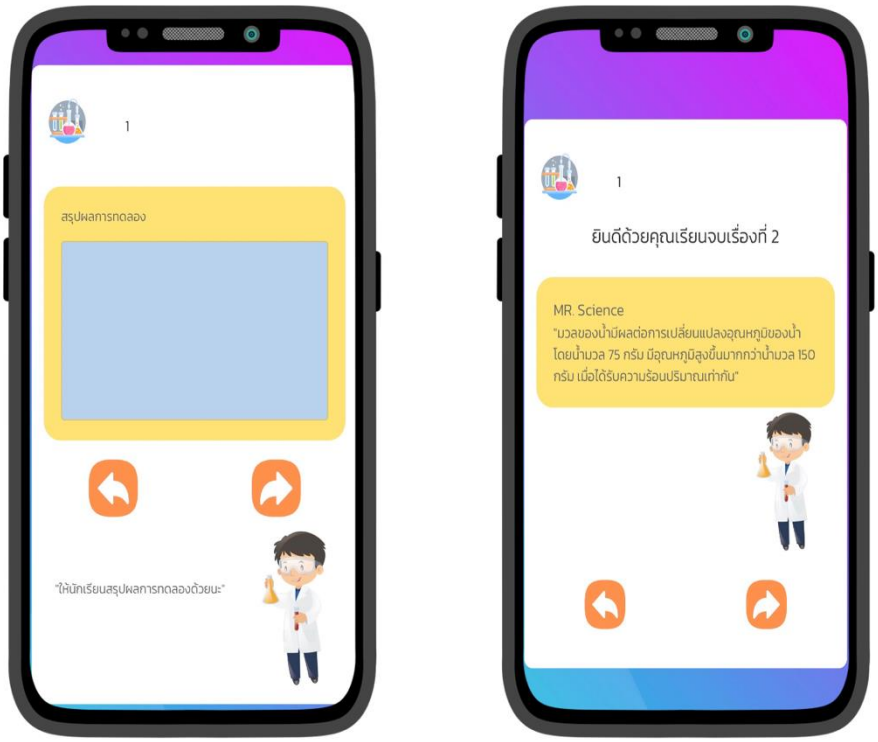


ภาพที่ 10 หน้าแสดงแบบบันทึกผล และวิธีการทดลอง



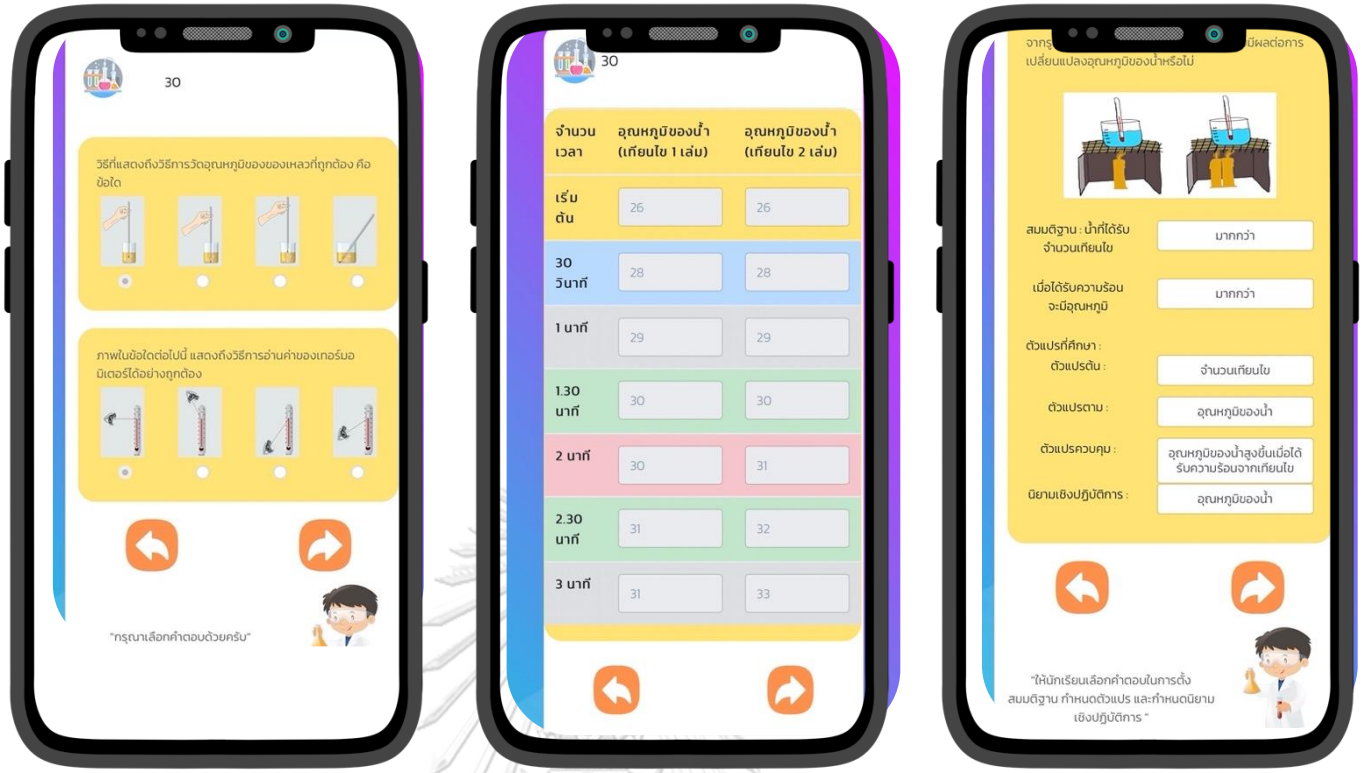
ภาพที่ 11 หน้าแสดงผลการทำการทดลอง พร้อมหน้าบันทึกผลการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 12 หน้ากิจกรรมการสรุปผลการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 13 ข้อมูลบันทึกย้อนหลังของผู้เรียน

โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้งาน (Front-end) ประกอบด้วย

1.1 ระบบสมาชิก ซึ่งมีระบบเข้าใช้งานระบบ (Sign-in)

1.2 เนื้อหาบทเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาสาระความรู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยนำผลการวิจัยในการวิจัยระยะที่ 1 ทั้งในด้านของความต้องการจำเป็นที่มีค่าดัชนีความสำคัญของความต้องการจำตามลำดับ มาพิจารณาในส่วนของโครงสร้างเนื้อหาบทเรียน ที่ถูกออกแบบให้นักเรียนได้เรียนรู้จากเนื้อหาและการทดลองง่าย ๆ ไปหาเนื้อหาและการทดลองที่มีความซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ และเป็นบทเรียนที่มีความต่อเนื่องกัน สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ซึ่งผู้ใช้สามารถเรียนรู้จากการตอบคำถาม กำหนดสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดลองนั้น ๆ เนื้อหาบทเรียนหลักประกอบไปด้วย 2 บทเรียน โดยเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ผู้เรียนสามารถทำการทดลองและตอบคำถามในบทเรียนได้ด้วยตัวเองแบบอิสระ สามารถทำซ้ำหรือเรียนบทเรียนซ้ำได้ตลอดเวลา ผู้เรียนจะต้องตอบคำถามเป็นตัวเลือกกำหนดให้เพื่อกระตุ้นความสนใจก่อนเข้าสู่บทเรียน จากนั้นให้ผู้เรียน

ได้มีการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และนิยามเชิงปฏิบัติการ ผ่านการพิมพ์ข้อมูลลงไป เมื่อกำหนดเสร็จแล้วบทเรียนจะนำเข้าสู่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ที่ให้นักเรียนสามารถทำการทดลองต่าง ๆ โดยใช้การลาก วาง และเกิดผลขึ้นตามที่กำหนด เพื่อหาข้อเท็จจริงและข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นการตรวจสอบสมมติฐานที่ผู้เรียนได้ตั้งไว้ ทั้งนี้นักเรียนสามารถบันทึกข้อมูลผลการทดลองต่าง ๆ และสรุปผลการทดลองต่าง ๆ ผ่านการพิมพ์ข้อมูลลงในแบบบันทึกที่มีในแอปพลิเคชัน นอกจากนี้นักเรียนสามารถดูข้อมูลย้อนหลัง ที่เป็นข้อมูลการตอบคำถามหรือการทำกิจกรรมในบทเรียนต่าง ๆ ได้ นอกจากจะเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวแล้ว ยังจำเป็นต้องอาศัยการชี้แนะจากผู้สอนและการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและฝึกทักษะเพิ่มเติม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ที่จะเข้ามาสนับสนุนการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งก็คือ “รูปแบบการเรียนผสมผสาน”

1.3 การออกแบบโมไบล์แอปพลิเคชัน มีการศึกษาด้านปัจจัยที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้มากที่สุด จากผลการวิจัยระยะที่ 1 พบว่า การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ และออกแบบให้สามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งพบว่าเป็นปัจจัยที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงออกแบบให้มีความสวยงาม และน่าสนใจมีการออกแบบที่มีสีสัน มีปุ่มฟังก์ชันที่ตอบสนองต่อผู้ใช้ได้ดี หน้าจอมีลักษณะที่พอดี ตัวอักษรอ่านง่ายชัดเจน เหมาะสมกับผู้เรียนรวมไปถึงให้ผู้เรียนสามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการฝึกปฏิบัติและเพื่อการเรียนรู้ที่ดีของผู้เรียนอีกด้วย

2. ระบบบริหารจัดการ (Back-end) เป็นการเก็บข้อมูลความรู้เนื้อหาต่าง ๆ โดยผ่านฐานข้อมูล MYSQL

2.1 ประวัติการใช้งานการบันทึกข้อมูลของผู้เรียนโดยเป็นส่วนช่วยในการติดตามพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ผ่านการลงชื่อเข้าใช้ ระบบด้วยชื่อผู้ใช้ (User name) และรหัสผ่าน (Password) รวมไปถึงบทเรียนแต่ละเรื่องที่นักเรียนได้เรียนไปแล้วโดยมีการตอบคำถามต่าง ๆ เขียนบันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองลงไปในแอปพลิเคชันนั้น ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้นักเรียนจะสามารถไปกดดูย้อนหลังได้ว่านักเรียนได้บันทึกอะไรลงไปบ้าง เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ของนักเรียนเองและระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอนเมื่อเจอกันในห้องเรียน

2.2 เนื้อหาบทเรียน ผู้วิจัยยังออกแบบเนื้อหาโดย เรียงลำดับจากความง่ายไปยาก ซึ่งอิงเนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และผ่านการตรวจสอบเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ

3. ระบบฐานข้อมูล (Database) เป็นการนำข้อมูลทั้งหมดของโมไบล์แอปพลิเคชันเก็บไว้บน Hosting Server เมื่อมีการอัปเดตข้อมูลต่าง ๆ สามารถอัปเดตได้ผ่านฐานข้อมูลดังกล่าว ผู้เรียนทุกคนจะได้รับเนื้อหาที่ล่าสุดและที่ปรับปรุงเรียบร้อย

4. การนำไปใช้ (Implementation) ผู้วิจัยดำเนินการนำเครื่องมือวิจัยไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่จะนำไปใช้ทดลองใช้จริง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างใกล้เคียงอย่างใกล้ชิด และให้คำแนะนำเมื่อไม่สามารถดำเนินการบทเรียนต่อได้ พร้อมทั้งจดบันทึกเพื่อนำบทเรียนบนโมไบล์แอปพลิเคชันไปปรับปรุงแก้ไข

การทดลองใช้ครั้งนี้ ปัญหาที่พบ ได้แก่

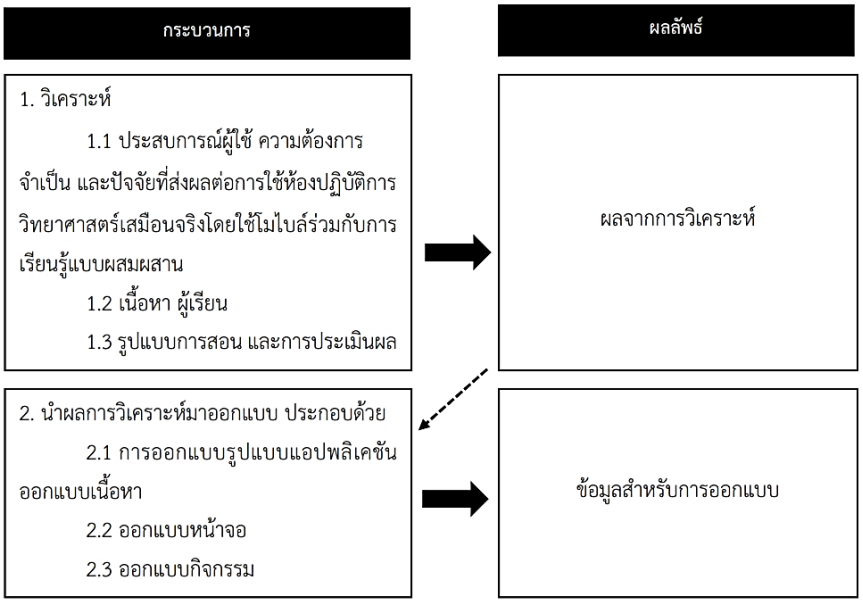
1. ยังขาดความเสถียรของการเข้าใช้งานด้านอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนต้องกลับมาเริ่มบเข้าสู่ระบบและทำใหม่ตั้งแต่ต้น

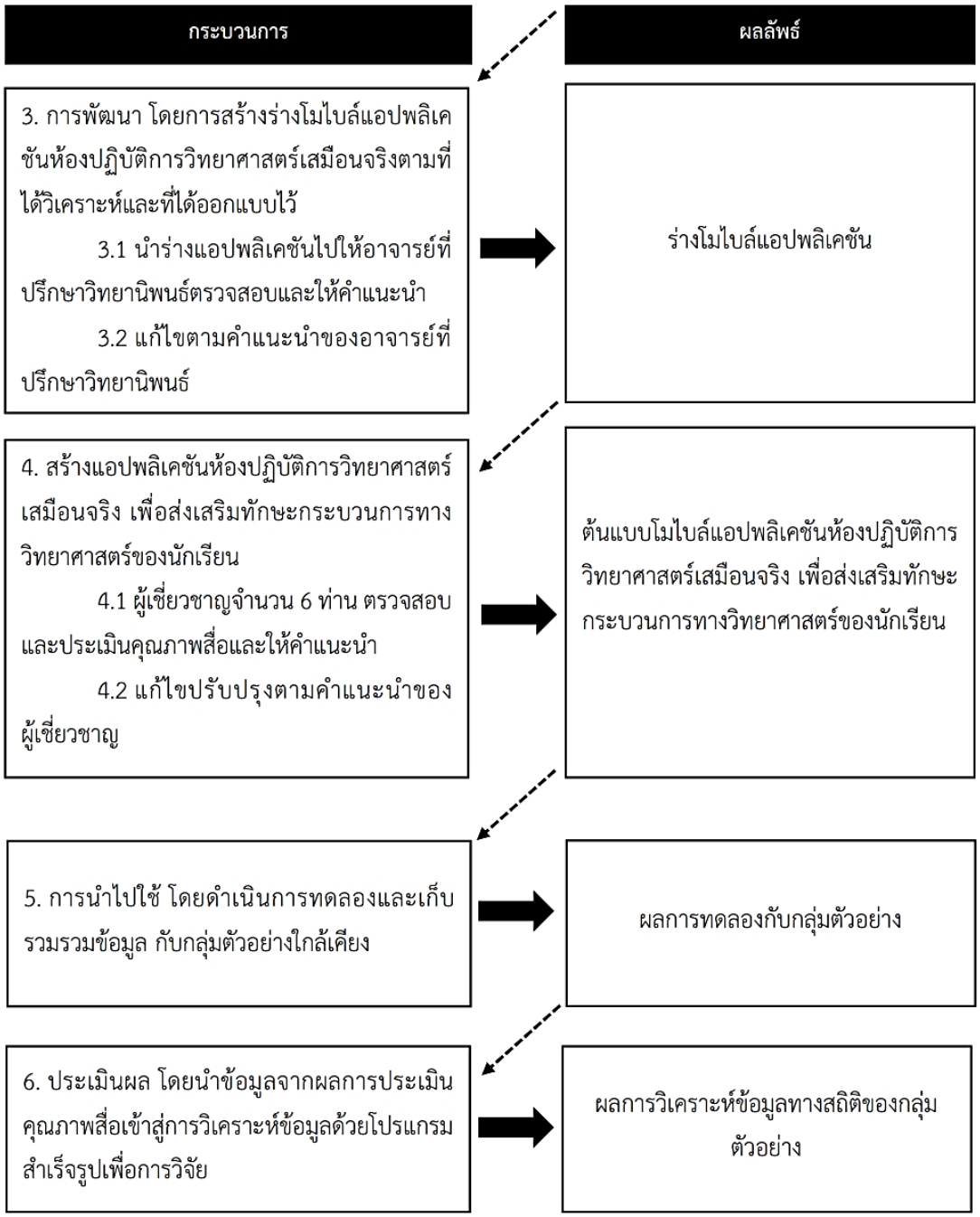
2. สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนพบว่าผู้เรียนบางคนยังไม่เข้าใจขั้นตอนในการดำเนินการ ในการใช้งานกดหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ภายในโมไบล์แอปพลิเคชัน ผู้วิจัยจึงชี้แจงบนหน้าชั้นเรียนเพื่อให้เข้าใจหลักในการใช้งานเพิ่มเติมและให้ผู้เรียนดำเนินการบทเรียนต่อไป

5. การประเมินผล (Evaluation) นำข้อมูลผลการประเมินคุณภาพสื่อเข้าสู่การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการประเมินคุณภาพสื่อโมไบล์แอปพลิเคชันโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.72, S.D. = 0.15) และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับ 4.00 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมินระดับดีขึ้นไป หมายความว่า โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสามารถนำไปทดลองใช้ได้

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ





ภาพที่ 14 แผนภาพแสดงกระบวนการและการพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชันโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง โดยใช้หลักการ ADDIE MODEL

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1) ศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดและหลักการของจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

2) ศึกษาเนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรายวิชา เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ บทบาทผู้เรียน กิจกรรมการเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหาและขั้นตอนต่างๆ โดยเนื้อหาประกอบด้วย 6 เรื่อง ได้แก่

1. จำนวนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่ 2. ปริมาณน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่ 3. สสารต่างชนิดกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่ 4. ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของอากาศ 5. ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของของเหลว และ 6. ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของของแข็ง

3) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมและแสดงความคิดเห็นเพื่อแก้ไขปรับปรุง จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยทำการตรวจสอบ ดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of item Objective Congruence) ซึ่งมีวิธีการให้คะแนน ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

ระดับคะแนน +1 หมายถึง ข้อที่สอดคล้อง

ระดับคะแนน 0 หมายถึง ข้อที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

ระดับคะแนน -1 หมายถึง ข้อที่ไม่สอดคล้อง

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

โดยที่ IOC = ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4) ให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมและคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่ง มีเกณฑ์การแปลผลการให้คะแนน (มัลลิกา บุนนาค, 2551) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับปานกลาง

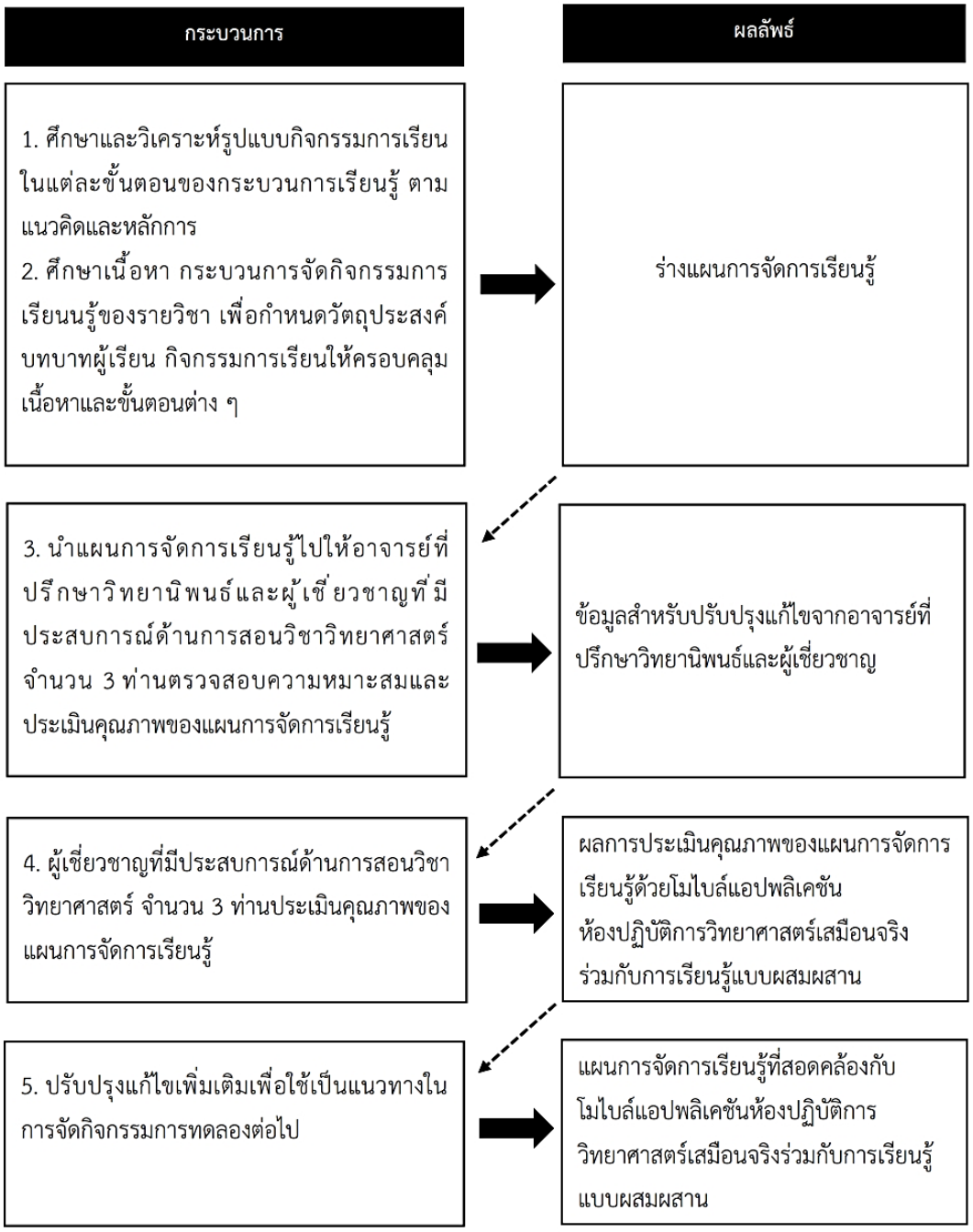
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับน้อยที่สุด

5) ปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการทดลองต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ



ภาพที่ 15 แผนภาพแสดงกระบวนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ซึ่งผลการพิจารณาตรวจสอบพบว่าข้อคำถามทั้ง 10 ข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินทุกข้อ ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมไบล์แอป

พลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยรวมอยู่ ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.77, S.D. = 0.58) และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับ 4.00 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีขึ้นไป หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสามารถนำไปทดลองใช้ได้

2.1 แบบทดสอบก่อน–หลังเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) ศึกษาจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดการวิจัย

3) สร้างแบบทดสอบก่อน-หลังเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ (ภาคผนวก ข)

4) นำเสนอแบบทดสอบก่อน-หลังเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสม และแสดงความคิดเห็นเพื่อแก้ไขปรับปรุง จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยทำการตรวจสอบ ดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of item Objective Congruence) ซึ่งมีวิธีการให้คะแนน ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

ระดับคะแนน +1 หมายถึง ข้อที่สอดคล้อง

ระดับคะแนน 0 หมายถึง ข้อที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

ระดับคะแนน -1 หมายถึง ข้อที่ไม่สอดคล้อง

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

โดยที่ IOC = ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งผลการพิจารณาตรวจสอบ พบว่าข้อคำถามทั้ง 30 ข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินทุกข้อ และได้รับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อปรับปรุงแบบทดสอบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5) นำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญไปแก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบ จากนั้นนำไปทดลองหาค่าความเชื่อมั่น ค่าดัชนีความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนักเรียน 20 คน

โดยใช้สูตรคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 คือ

$$KR-20 = \frac{k}{k-1}\left\{1-\frac{\sum pq}{S_t^2}\right\}$$

โดย KR-20 แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ 1-p

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของคะแนนรวม t

(ไพศาล วรคำ, 2554 : 281)

โดยใช้สูตรคำนวณหาค่าดัชนีความยากง่าย คือ

$$P = \frac{R}{N}$$

โดย P = ค่าความยากง่ายของแบบสอบ

R = จำนวนผู้เรียนที่ตอบข้อคำถามข้อนั้นถูกต้อง

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

กำหนดให้ข้อคำถามที่ถือว่ามีความยากง่ายใช้ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ถ้า P มีค่าต่ำกว่า 0.20 ถือว่าข้อคำถามนั้นยากเกินไป แต่ถ้า P สูงกว่า 0.80 แสดงว่าง่ายเกินไป ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าดัชนีความยากง่าย (P) ของข้อสอบ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบ

ความยากง่ายของข้อสอบ	ความหมาย
0.81-1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60-0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40-0.59	ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20-0.39	ค่อนข้างยาก (ดี)
0.00-0.19	ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

จากนั้นนำมาหาค่าอำนาจจำแนก เพื่อทดสอบความสามารถของแบบทดสอบในการจำแนกหรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 ค่าอำนาจจำแนกที่ดี ควรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป กรณีที่ค่าอำนาจจำแนก ติดลบ แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นจำแนกกลับ คนเก่งทำไม่ได้ แต่คนอ่อนทำได้ ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดีควรตัดทิ้ง (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) และแปลความหมายดังตารางที่ 8

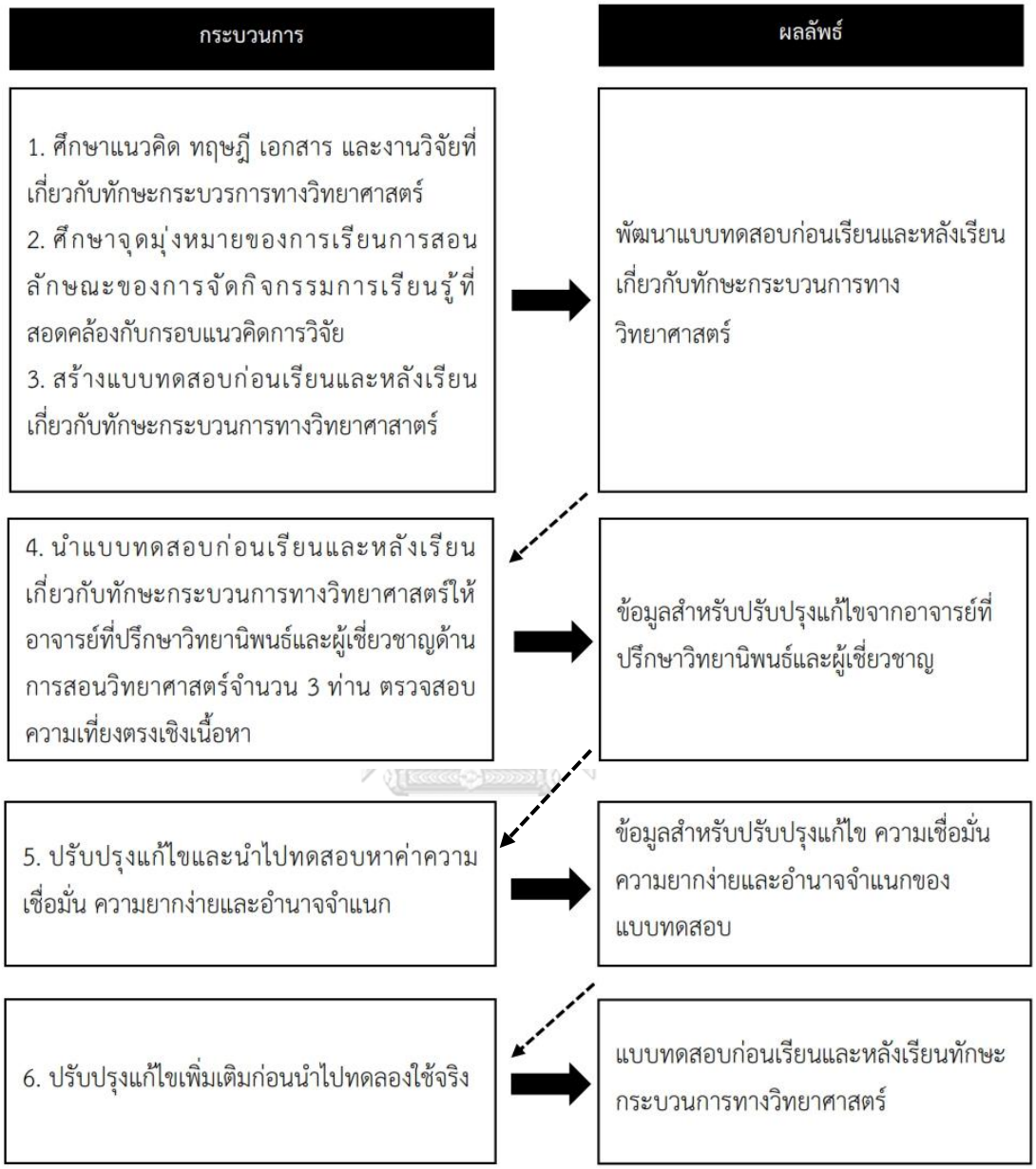
ตารางที่ 8 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ความยากง่ายของข้อสอบ	ความหมาย
0.60-1.00	อำนาจจำแนกดีมาก
0.40-0.59	อำนาจจำแนกดี
0.20-0.39	อำนาจจำแนกพอใช้
0.10-0.19	อำนาจจำแนกต่ำ (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
-1.00-0.09	อำนาจจำแนกต่ำมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

จากผลการทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่น ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก คือ โดยรวมมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.962 และมีความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.25-0.75 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.40–0.90 ซึ่งเหมาะสมกับการ นำไปเก็บข้อมูลวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ



ภาพที่ 16 แผนภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. แบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

2) จากผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแบบประเมินปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงในระยะที่ 1 เพื่อนำมากำหนดประเด็นคำถามเพื่อสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 12 ข้อ โดยใช้มาตรวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของ Likert โดยมี คำตอบให้เลือก 5 ระดับ ตามความคิดเห็น และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึงระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึงระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึงระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึงระดับน้อยที่สุดหรือไม่เห็นด้วยเลย

ระยะที่ 3 การนำรูปแบบโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไปสู่การทดลองปฏิบัติและประเมินผล

CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิจัยในระยะที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อนำโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ไปสู่การทดลองปฏิบัติและประเมินผล โดยมีรายละเอียดขั้นตอน ดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่างในการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยระยะที่ 3 คือ นักเรียนจำนวน 30 คน ใช้วิธีการเลือกแบบ เฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) พิจารณาจากโรงเรียนเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและมีการกำหนดคุณสมบัติของโรงเรียนคือ

1. โรงเรียนที่มีการสนับสนุนด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง

2. โรงเรียนที่มีนักเรียนที่มีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีสามารถนำโทรศัพท์มือถือในการเข้าถึงสารสนเทศได้ จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงได้โรงเรียนวัดอินทาราม จากนั้นเป็นการเลือกแบบเจาะจงเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน

3. แบบทดสอบก่อน–หลังเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. แบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรูปแบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว มีการเก็บข้อมูลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบเพื่อประเมินก่อนการทดลองและหลังการ ทดลอง โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 30 คน

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

มีขั้นตอนดำเนินการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. แนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนด้วยโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

3. ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนของโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมีกระบวนการดังต่อไปนี้

การเรียนรู้แบบออนไลน์ ด้วยโมไบล์แอปพลิเคชัน โดยให้นักเรียนดาวน์โหลดแอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง จากนั้นทำการศึกษาเนื้อหาบทเรียนตามขั้นตอน 3 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 คือขั้นนำความสนใจ โดยให้นักเรียนเลือกตอบคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ ขั้นที่ 2 คือขั้นสำรวจและค้นหา โดยจะมีข้อคำถามเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปร และให้คำ

นิยามเชิงปฏิบัติการ ก่อนที่จะเข้าสู่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อให้นักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่าง ๆ หรือเพื่อได้มาซึ่งผลการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง ขั้นที่ 3 คือขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ให้นักเรียนเขียนสรุปผลจากการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองดังข้อสองมาเพื่อเป็นการสรุปตามความเข้าใจของผู้เรียน

การเรียนรู้แบบออฟไลน์ เป็นการเรียนรู้โดยเรียนรู้ในห้องเรียน ที่ได้มีการพบกับครูที่ห้องเรียน โดยทำการเรียนรู้ตามขั้นตอน 2 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 คือขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้เพิ่มเติมเสริมความรู้ให้กับผู้เรียนจากบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนรู้ในโมไบล์แอปพลิเคชันมา และเป็นการสรุปเรื่องเรียนเพื่อความเข้าใจของนักเรียนได้ตรงจุดประสงค์และเพื่อความชัดเจนเพิ่มเติม ขั้นที่ 2 เป็นขั้นการประเมิน ขั้นนี้จะเป็นการที่ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนในบทเรียนนั้น ๆ

4.เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประเมินความพึงพอใจในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไป

2. วิเคราะห์ข้อมูลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อน-หลังเรียนโดยใช้สถิติ Dependent Sample t- test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ ความต้องการจำเป็นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและครูผู้สอนระดับชั้นมัธยมศึกษา และนำข้อมูลที่ได้รับมาพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

2. เพื่อพัฒนานวัตกรรมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

3. เพื่อศึกษาผลของการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์และนำเสนอตามลำดับเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การวิจัยสำรวจขั้นต้น เป็นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้และความต้องการจำเป็น และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ของกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ระยะที่ 2 การสร้างต้นแบบ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 มาทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และออกแบบต้นแบบโมไบล์แอปพลิเคชันและกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อประสบการณ์และความต้องการจำเป็นของนักเรียน อีกทั้งเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน

ระยะที่ 3 การนำรูปแบบโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไปสู่การทดลองปฏิบัติและประเมินผล โดยการนำโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไปทดลองปฏิบัติและทำการประเมินผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 1 การศึกษาภูมิหลัง ประสบการณ์และความต้องการจำเป็นและปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง และนำข้อมูลที่ได้รับมาพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การนำเสนอผลการวิจัยในระยะที่ 1 นี้ เพื่อศึกษาข้อมูลภูมิหลัง ประสบการณ์และความต้องการจำเป็น ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

1. เพื่อศึกษาภูมิหลัง ประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

2. เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ผลการวิจัยในระยะที่ 1 ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ศึกษาข้อมูลภูมิหลัง ประสบการณ์และความต้องการจำเป็น ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของ**นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**

ส่วนที่ 2 ศึกษาข้อมูลประสบการณ์และความต้องการจำเป็น ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของ**ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละส่วนประกอบด้วย 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของ**นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ตารางที่ 9 รายละเอียดข้อมูลนักเรียนผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามสังกัดพื้นที่

รายการ	**ประเภทห้องเรียน**		**รวม**
	ห้องเรียนวิทยาศาสตร์	**ห้องเรียนปกติ**	
1. สังกัดพื้นที่			
ภาคกลาง	20 (4.57%)	55 (12.56%)	75 (17.12%)
ภาคเหนือ	23 (5.25%)	47 (10.73%)	70 (15.98%)
ภาคใต้	24 (5.48%)	47 (10.73%)	71 (16.21%)
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	36 (8.22%)	40 (9.13%)	76 (17.35%)
ภาคตะวันออก	27 (6.16%)	47 (10.73%)	74 (16.89%)
ภาคตะวันตก	36 (8.22%)	36 (8.22%)	72 (16.44%)
2. สังกัดโรงเรียน			
รัฐบาล	96 (21.92%)	150 (34.25%)	246 (56.16%)
เอกชน	70 (15.98%)	122 (27.85%)	192 (43.84%)
รวม	**166 (37.90%)**	**272 (62.10%)**	**438 (100.00%)**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 9 แจกแจงรายละเอียดข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 438 คน โดยพบว่าเมื่อจำแนกตามประเภทห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนของห้องเรียนปกติมากกว่าห้องเรียนวิทยาศาสตร์ โดยห้องเรียนปกติมีจำนวน 272 คน คิดเป็นร้อยละ 62.10 รองลงมาห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีจำนวน 166 คน คิดเป็นร้อยละ 37.90

เมื่อจำแนกตามสังกัดพื้นที่ แบ่งออกเป็น 6 ภาค พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด มีจำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 17.35 รองลงมาภาคกลาง จำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 17.12 และภาคตะวันออก จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 16.89 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมาจากทุกสังกัดพื้นที่ในจำนวนใกล้เคียงกัน อยู่ระหว่างร้อยละ 15.98 – 17.35

เมื่อจำแนกตามสังกัดโรงเรียนพบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในสังกัดโรงเรียนรัฐบาลมากกว่าในสังกัดโรงเรียนเอกชน โดยเป็นนักเรียนในสังกัดโรงเรียนรัฐบาลจำนวน 246 คน คิดเป็นร้อยละ 56.16 และเป็นนักเรียนในสังกัดโรงเรียนเอกชน จำนวน 192 คน คิดเป็นร้อยละ 43.84 ตามลำดับ

โดยสรุปกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นนักเรียนห้องเรียนปกติในสังกัดโรงเรียนรัฐบาล โดยกระจายอยู่ในทุกสังกัดพื้นที่ในจำนวนใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 10 ผลสำรวจระดับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแต่ละประเภทของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	2.55	1.08	ปานกลาง
2. โน้ตบุ๊ก / แล็ปท็อป	3.34	1.14	มาก
3. ไอแพด	3.68	1.00	มาก
4. โทรศัพท์เคลื่อนที่	4.68	0.57	มากที่สุด

จากตารางที่ 10 ผลสำรวจระดับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ พบว่า กลุ่มตัวอย่างใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.68, S.D. = 0.57) รองลงมาได้แก่ ไอแพดหรือแท็ปเล็ตในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.68, S.D. = 1.00) และโน้ตบุ๊กหรือแล็ปท็อปในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.34, S.D. = 1.14) ตามลำดับ ขณะที่ใช้คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 2.55, S.D. = 1.08)

ตารางที่ 11 ผลสำรวจความถี่การใช้ระบบปฏิบัติการโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ระบบปฏิบัติการโทรศัพท์เคลื่อนที่	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
1. ไอโอเอส	195	44.52
2. แอนดรอยด์	243	55.48
3. วินโดว์	0	0.00
รวม	**438**	**100.00**

จากตารางที่ 11 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ใช้ระบบปฏิบัติการโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นแอนดรอยด์ โดยมีจำนวน 243 คน คิดเป็นร้อยละ 55.48 รองลงมาใช้ระบบปฏิบัติการโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นไอโอเอส มีจำนวน 195 คน คิดเป็นร้อยละ 44.52 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ตารางที่ 12 ความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

รายละเอียด	สภาพเป็นจริง			สภาพที่ควรจะเป็น			PNI	ลำดับ
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ		
1. ช่วยให้ฉันเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้	1.17	0.49	น้อยที่สุด	4.85	0.42	มากที่สุด	3.14	1
2. ช่วยให้ฉันมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ	1.99	0.98	น้อย	4.84	0.95	มากที่สุด	1.44	5
3. ช่วยให้ฉันกำหนดขอบเขตของการทดลอง	2.04	0.92	น้อย	4.44	0.46	มาก	1.18	8
4. ช่วยให้ฉันกำหนดตัวแปรได้	1.47	0.96	น้อยที่สุด	4.83	0.80	มากที่สุด	2.28	2
5. ช่วยให้ฉันควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้	2.12	0.85	น้อย	4.58	0.48	มากที่สุด	1.16	10
6. ช่วยให้ฉันสามารถสรุปผลจากการทดลองได้	1.52	0.97	น้อย	4.80	0.80	มากที่สุด	2.16	3
7. ช่วยให้ฉันออกแบบการทดลองได้	2.16	0.92	น้อย	4.56	0.75	มากที่สุด	1.11	11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายละเอียด	สภาพเป็นจริง			สภาพที่ควรจะเป็น			PNI	ลำดับ
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ		
8. ช่วยให้ฉันบันทึกผลและสรุปการทำการทดลองได้	2.11	0.93	น้อย	4.57	0.82	มากที่สุด	1.17	9
9. ช่วยให้ฉันสามารถเสนอแนวคิดรวบยอดได้	1.51	0.97	น้อย	4.56	0.77	มากที่สุด	2.02	4
10. สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ได้	2.05	0.90	น้อย	4.62	0.95	มากที่สุด	1.25	7
11. ช่วยลดระยะเวลาในการทดลองได้	1.97	0.97	น้อย	2.68	0.31	ปานกลาง	0.36	12
12. สามารถทดลองซ้ำๆ ได้	2.14	0.94	น้อย	4.92	0.93	มากที่สุด	1.30	6
13. สามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์สารเคมีต่าง ๆ	2.11	0.99	น้อย	2.66	1.02	ปานกลาง	0.26	14
14. ฉันรู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง	2.23	0.84	น้อย	2.82	0.44	ปานกลาง	0.27	13
รวม	1.90	0.23	น้อย	4.27	0.19	มาก	1.25	-

จากตารางที่ 12 พบว่า ผลการวิเคราะห์สภาพเป็นจริงในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับน้อย ($\bar{x}$ = 1.90, S.D. = 0.23) เมื่อวิเคราะห์รายข้อพบว่า ฉันรู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 2.23, S.D. = 0.84) รองลงคือ ช่วยให้ฉันออกแบบการทดลองได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 2.16, S.D. = 0.92) และสามารถทดลองซ้ำ ๆ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 2.14, S.D. = 0.94) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์สภาพที่ควรจะเป็นในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.27, S.D. = 0.19) เมื่อวิเคราะห์รายข้อพบว่า สามารถทดลองซ้ำ ๆ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 4.92, S.D. = 0.93) รองลงคือ ช่วยให้ฉันเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.85, S.D. = 0.42) และช่วยให้ฉันมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.84, S.D. = 0.95) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (Priority Needs Index: PNI) ในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยรวมมีค่าเท่ากับ 1.25 เมื่อวิเคราะห์รายข้อพบว่า ช่วยให้ฉันเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้ มีดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นสูงสุด ($PNI_{Modified}$ = 3.14) รองลงมาคือ ช่วยให้ฉัน

กำหนดตัวแปรได้ ($PNI_{Modified}$ = 2.28) และช่วยให้ฉันสามารถสรุปผลจากการทดลองได้ ($PNI_{Modified}$ = 2.16) ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ตารางที่ 13 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

รายละเอียด	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย	4.56	0.88	มากที่สุด
2. มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน	4.62	0.80	มากที่สุด
3. มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ตนเองเบื้องต้น	4.52	0.82	มากที่สุด
4. การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ	4.91	0.38	มากที่สุด
5. มีฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน	4.53	0.84	มากที่สุด
6. สามารถใช้งานได้กับทุกแพลตฟอร์ม	4.57	0.77	มากที่สุด
7. ความเสถียรของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	4.54	0.90	มากที่สุด
8. สามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง	4.71	0.78	มากที่สุด
9. ใช้เป็นการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา	4.45	0.98	มาก
10. สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง	4.82	0.61	มากที่สุด
11. สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา	4.51	0.86	มากที่สุด
12. สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นหรือครูได้	4.51	0.89	มาก
รวม	**4.60**	**0.23**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 13 พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60, S.D. = 0.23) เมื่อวิเคราะห์รายข้อพบว่า การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ เป็นปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 4.91, S.D. = 0.38) รองลงคือ สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.82, S.D. = 0.61) และสามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.71, S.D. = 0.78) ตามลำดับ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของ**ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา**

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ตารางที่ 14 รายละเอียดข้อมูลครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามวิชาเอกที่สำเร็จการศึกษา สังกัดพื้นที่ และสังกัดโรงเรียน

รายการ	วิชาเอกที่สำเร็จการศึกษา				รวม
	วิทยาศาสตร์ทั่วไป	เคมี	ชีววิทยา	ฟิสิกส์	
1. สังกัดพื้นที่					
ภาคกลาง	56	10	4	6	76
	(12.53%)	(2.24%)	(0.89%)	(1.34%)	(17.00%)
ภาคเหนือ	44	11	6	10	71
	(9.84%)	(2.46%)	(1.34%)	(2.24%)	(15.88%)
ภาคใต้	51	4	8	7	70
	(11.41%)	(0.89%)	(1.79%)	(1.57%)	(15.66%)
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	60	5	5	8	78
	(13.42%)	(1.12%)	(1.12%)	(1.79%)	(17.45%)
ภาคตะวันออก	59	7	6	6	78
	(13.20%)	(1.57%)	(1.34%)	(1.34%)	(17.45%)
ภาคตะวันตก	55	6	6	7	74
	(12.30%)	(1.34%)	(1.34%)	(1.57%)	(16.55%)
2. สังกัดโรงเรียน					
รัฐบาล	168	20	22	28	238
	(37.58%)	(4.47%)	(4.92%)	(6.26%)	(53.24%)
เอกชน	157	23	13	16	209
	(35.12%)	(5.15%)	(2.91%)	(3.58%)	(46.76%)
รวม	**325**	**43**	**35**	**44**	**447**
	(72.71%)	**(9.62%)**	**(7.83%)**	**(9.84%)**	**(100.00%)**

จากตารางที่ 14 แจกแจงรายละเอียดข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 447 คน โดยพบว่าเมื่อจำแนกตามประเภทวิชาที่สอน กลุ่มตัวอย่างเป็นครูที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปมากที่สุด โดยมีจำนวน 325 คน คิดเป็นร้อยละ 72.71% รองลงมาคือวิชาฟิสิกส์ มีจำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 9.84% และวิชาเคมี มีจำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 9.62% ตามลำดับ

เมื่อจำแนกตามสังกัดพื้นที่ แบ่งออกเป็น 6 ภาค พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกเท่ากัน มากที่สุด มีจำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 17.45 รองลงมาภาคกลาง จำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 17.00 และภาคตะวันตก จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 16.65 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมาจากทุกสังกัดพื้นที่ในจำนวนใกล้เคียงกัน อยู่ระหว่างร้อยละ 15.66 – 17.45

เมื่อจำแนกตามสังกัดโรงเรียนพบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นครูในสังกัดโรงเรียนรัฐบาลมากกว่าในสังกัดโรงเรียนเอกชน โดยเป็นครูในสังกัดโรงเรียนรัฐบาลจำนวน 238 คน คิดเป็นร้อยละ 53.24 และเป็นครูในสังกัดโรงเรียนเอกชน จำนวน 209 คน คิดเป็นร้อยละ 46.76 ตามลำดับ

โดยสรุปกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในสังกัดโรงเรียนรัฐบาลและเอกชน โดยกระจายอยู่ในทุกสังกัดพื้นที่ในจำนวนใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 15 ผลสำรวจระดับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแต่ละประเภทของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	2.60	1.11	ปานกลาง
2. โน้ตบุ๊ก / แล็ปท็อป	3.37	1.14	มาก
3. ไอแพด	3.72	0.95	มาก
4. โทรศัพท์เคลื่อนที่	4.77	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ 15 ผลสำรวจระดับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ พบว่า กลุ่มตัวอย่างใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.77, S.D. = 0.45) รองลงมาได้แก่ ไอแพดหรือแท็ปเล็ตในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.72, S.D. = 0.95) และโน้ตบุ๊กหรือแล็ปท็อปในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.37, S.D. = 1.14) ตามลำดับ ขณะที่ใช้คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 2.60, S.D. = 1.11)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 16 ผลสำรวจความถี่ของประสบการณ์ของครู

ประสบการณ์สอนของครู	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
น้อยกว่า 1 ปี	106	23.71
1 – 5 ปี	149	33.33
6 – 10 ปี	113	25.28
11 ปีขึ้นไป	79	17.68
รวม	**447**	**100.00**

จากตารางที่ 16 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นครูที่มีประสบการณ์สอน 1 – 5 ปี โดยมีจำนวน 149 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 รองลงมาเป็นครูที่มีประสบการณ์สอน 6 – 10 ปี มีจำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 25.28 และเป็นครูที่มีประสบการณ์สอนน้อยกว่า 1 ปี มีจำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 23.71 ตามลำดับ ขณะที่เป็นครูที่มีประสบการณ์สอน 11 ปีขึ้นไป มีจำนวน 79 คน คิดเป็นร้อยละ 17.68

ตารางที่ 17 ผลสำรวจความถี่ของเทคนิครูปแบบ และกลยุทธ์ในการสอนของครู

เทคนิครูปแบบการสอนของครู	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
5E	345	77.18
7E	280	62.64
PBL	287	64.21
STEM	144	32.21

จากตารางที่ 17 รูปแบบเทคนิคและกลยุทธ์ที่ใช้ในการสอนมากที่สุดได้แก่ 5E โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทั้งหมด 345 คน คิดเป็นร้อยละ 77.18 รองลงมา PBL โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทั้งหมด 287 คน คิดเป็นร้อยละ 64.21 และ 7E โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทั้งหมด 280 คน คิดเป็นร้อยละ 62.64 ตามลำดับ ขณะที่ STEM มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้น้อยที่สุดทั้งหมด 144 คน คิดเป็นร้อยละ 32.21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา

ตารางที่ 18 ความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา

รายละเอียด	สภาพเป็นจริง			สภาพที่ควรจะเป็น			PNI	ลำดับ
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ		
1. ช่วยให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้	1.20	0.56	น้อยที่สุด	4.90	0.33	มากที่สุด	3.09	1
2. ช่วยให้นักเรียนมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ	2.11	0.91	น้อย	4.89	0.33	มากที่สุด	1.32	5
3. ช่วยให้กำหนดขอบเขตของการทดลอง	2.13	0.99	น้อย	4.44	1.00	มาก	1.08	14
4. ช่วยให้นักเรียนกำหนดตัวแปรได้	1.37	0.75	น้อยที่สุด	4.60	0.85	มากที่สุด	2.37	2
5. ช่วยให้นักเรียนควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้	2.11	0.98	น้อย	4.51	0.94	มาก	1.13	9
6. ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลองได้	1.55	0.71	น้อย	4.84	0.42	มากที่สุด	2.13	3
7. ช่วยให้นักเรียนออกแบบการทดลองได้	1.53	0.94	น้อย	4.47	0.96	มาก	1.93	4
8. ช่วยให้นักเรียนบันทึกผลและสรุปการทำการทดลองได้	2.06	0.92	น้อย	4.36	1.00	มาก	1.12	11
9. ช่วยให้นักเรียนสามารถเสนอแนวคิดรวบยอดได้	2.10	1.00	น้อย	4.54	0.82	มากที่สุด	1.17	8
10. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้นอกสถานที่ได้	2.13	0.98	น้อย	4.52	0.92	มากที่สุด	1.13	10
11. ช่วยลดระยะเวลาในการทดลองได้	1.96	0.89	น้อย	4.45	0.93	มาก	1.27	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายละเอียด	สภาพเป็นจริง			สภาพที่ควรจะเป็น			PNI	ลำดับ
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ		
12. นักเรียนสามารถทดลองซ้ำๆ ได้	1.99	0.87	น้อย	4.53	0.92	มากที่สุด	1.28	6
13. สามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์สารเคมีต่าง ๆ	2.11	0.93	น้อย	4.45	0.98	มาก	1.11	12
14. รู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง	2.10	0.88	น้อย	4.43	0.93	มาก	1.11	13
รวม	1.89	0.24	น้อย	4.57	0.23	มากที่สุด	1.42	-

จากตารางที่ 18 พบว่า ผลการวิเคราะห์สภาพเป็นจริงในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับน้อย ($\bar{x}$ = 1.89, S.D. = 0.24) เมื่อวิเคราะห์รายข้อพบว่า ช่วยให้กำหนดขอบเขตของการทดลอง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 2.13, S.D. = 0.99) และช่วยให้นักเรียนเรียนรู้นอกสถานที่ได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 2.13, S.D. = 0.98) รองลงคือช่วยให้นักเรียนมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ ($\bar{x}$ = 2.11, S.D. = 0.91) ช่วยให้นักเรียนควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้ ($\bar{x}$ = 2.11, S.D. = 0.98) และสามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์สารเคมีต่าง ๆ ($\bar{x}$ = 2.11, S.D. = 0.93)

ผลการวิเคราะห์สภาพที่ควรจะเป็นในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.57, S.D. = 0.23) เมื่อวิเคราะห์รายข้อพบว่า ช่วยให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 4.90, S.D. = 0.33) รองลงช่วยให้นักเรียนมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ ($\bar{x}$ = 4.89, S.D. = 0.33) และช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลองได้ ($\bar{x}$ = 4.84, S.D. = 0.42) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (Priority Needs Index: PNI) ในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยรวมมีค่าเท่ากับ 1.42 เมื่อวิเคราะห์รายข้อพบว่า ช่วยให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้ มีดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นสูงสุด ($PNI_{Modified}$ = 3.09) รองลงมาคือ ช่วยให้นักเรียนกำหนดตัวแปรได้ ($PNI_{Modified}$ = 2.37) และช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลองได้ ($PNI_{Modified}$ = 2.13) ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ตารางที่ 19 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

รายละเอียด	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย	4.58	0.85	มากที่สุด
2. มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน	4.53	0.84	มากที่สุด
3. มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ของนักเรียนเบื้องต้น	4.60	0.80	มากที่สุด
4. การออกแบบที่สวยงาม น่าสนใจ	4.66	0.86	มากที่สุด
5. ฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน	4.46	0.92	มาก
6. สามารถใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม	4.53	0.87	มากที่สุด
7. ความเสถียรของห้องปฏิบัติการการวิทยาศาสตร์เสมือน	4.52	0.91	มากที่สุด
8. สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับนักเรียนในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง	4.83	0.51	มากที่สุด
9. สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา	4.76	0.69	มากที่สุด
10. สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	4.53	0.80	มากที่สุด
11. สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ได้ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา	4.55	0.88	มากที่สุด
12. สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับนักเรียนได้	4.60	0.81	มากที่สุด
รวม	**4.60**	**0.23**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 19 พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60, S.D. = 0.23) เมื่อวิเคราะห์รายข้อพบว่า สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับนักเรียนในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง เป็นปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 4.83, S.D. = 0.51) รองลงคือ สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.76, S.D. = 0.69) และการออกแบบที่สวยงาม น่าสนใจ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.66, S.D. = 0.86) ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระยะที่ 2 การสร้างต้นแบบ (Prototype) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีคุณภาพที่เหมาะสม

การวิจัยในระยะที่ 2 นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างต้นแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์สังเคราะห์เอกสารตำรางานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงศึกษาข้อมูลที่ได้ จากการวิจัยระยะที่ 1

2. ศึกษาผลการประเมินและความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่านเพื่อปรับปรุงให้เครื่องมือมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

1. ผลจากการศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงศึกษาข้อมูลที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1

ผลจากการศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงศึกษาข้อมูลที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 และนำข้อมูลที่ได้รับมาร่างเป็นต้นแบบโมไบล์แอปพลิเคชันและกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อประสบการณ์และความต้องการจำเป็นของนักเรียนและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน โดยห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีเครื่องมือที่ต้องพัฒนาทั้งหมด 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น และเครื่องมือที่ใช้สำหรับ ประเมินผลการวิจัย ได้แก่

2.1 แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน ซึ่งใช้สำหรับวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมี ลักษณะเป็นข้อคำถามปรนัย 4 ตัวเลือก

องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1.1 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1) เทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้งาน (Front-end) ประกอบด้วยระบบสมาชิก ซึ่งมีระบบเข้าใช้งานระบบ (Sign-in) เนื้อหาบทเรียน ประกอบด้วย เนื้อหาสาระความรู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ จากการตอบคำถาม กำหนดสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดลองนั้น ๆ พร้อมทั้งสามารถทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อหาข้อเท็จจริงหรือได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องพร้อมทั้งสามารถสรุปผลจากการทดลองได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เนื้อหาบทเรียนหลักประกอบไปด้วย 2 บทเรียน ซึ่งอ้างอิงจากหลักสูตร นำเนื้อหาสาระจากหนังสือแบบเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่มที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้แก่ บทที่ 1 ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร และ บทที่ 2 ความร้อนส่งผลต่อสสารแต่ละสถานะอย่างไร โดยเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ผู้เรียนจะต้องตอบคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจก่อนเข้าสู่บทเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนได้มีการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และนิยามเชิงปฏิบัติการ ผ่านการพิมพ์ข้อมูลลงไป เมื่อกำหนดเสร็จแล้วบทเรียนจะนำเข้าสู่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ที่ให้นักเรียนสามารถทำการทดลองต่าง ๆ โดยใช้การลาก วาง และเกิดผลขึ้นตามที่กำหนด เพื่อหาข้อเท็จจริงและข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นการตรวจสอบสมมติฐานที่ผู้เรียนได้ตั้งไว้ ทั้งนี้นักเรียนสามารถบันทึกข้อมูลผลการทดลองต่าง ๆ และสรุปผลการทดลองต่าง ๆ ผ่านการพิมพ์ข้อมูลลงในแบบบันทึกที่มีในแอปพลิเคชัน นอกจากนี้นักเรียนสามารถดูข้อมูลย้อนหลัง ที่เป็นข้อมูลการตอบคำถามหรือการทำกิจกรรมในบทเรียนต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้ครูผู้สอนมีบทบาทในการเข้าสู่ระบบของครู ในการตรวจสอบผลงานของผู้เรียน ที่เป็นผลจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละบทเรียน

2) ระบบบริหารจัดการ (Back-end) เป็นการเก็บข้อมูลความรู้เนื้อหาต่าง ๆ และรวมไปถึงประวัติการใช้งานการบันทึกข้อมูลของผู้เรียนโดยผ่านฐานข้อมูล MYSQL

3) ระบบฐานข้อมูล (Database) เป็นการนำข้อมูลทั้งหมดของโมไบล์แอปพลิเคชันเก็บไว้บน Hosting Server เมื่อมีการอัปเดตข้อมูลต่าง สามารถอัปเดตได้ผ่านฐานข้อมูลดังกล่าว ผู้ใช้ทุกคนจะได้รับเนื้อหาที่ล่าสุดและที่ปรับปรุงเรียบร้อย

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการใช้โมไบล์แอปพลิเคชัน ห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีการนำการเรียนรู้แบบ 5E มาผสมผสานในการจัดการเรียนรู้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1) การเรียนแบบออนไลน์ (Online) เป็นการเรียนผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน โดยจะมี 5E จำนวน 3 ขั้นแรก ประกอบด้วย ขั้นนำความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ทั้ง 3 ขั้นนี้จะเป็นเรียนรู้ผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน

1.1 ขั้นนำความสนใจ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสามารถเลือกตอบคำถามจากตัวเลือกที่กำหนดให้ เป็นข้อสอบหรือจากการดูวิดีโอและตอบคำถาม เพื่อกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียน

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรและกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการก่อนการทดลอง เมื่อเสร็จแล้วจะเข้าสู่หน้าห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองหาคำตอบและข้อเท็จจริงเพื่อได้มาซึ่งข้อมูลพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงไปในแบบบันทึกกิจกรรมที่อยู่ในแอปปพลิเคชัน

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้มีการสรุปผลการทดลองโดยอ้างอิงจากผลการทดลองที่ได้ทำในขั้นตอนที่ 2.

2) การเรียนแบบออฟไลน์ (Online) เป็นการเรียนโดยนักเรียนพบกับครูในห้องเรียน โดยจะมี 5E จำนวน 2 ขั้นสุดท้าย ประกอบด้วย ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล

2.1 ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้มีการเพิ่มเติมเสริมความรู้โดยการหาความรู้เพิ่มเติมและเป็นสร้างแบบจำลอง อาจจะเป็นรูปแบบของโมเดล กราฟ หรือจากการวาดรูปเพื่อสรุปความรู้ที่ได้และนำไปต่อยอดองค์ความรู้ ทั้งนี้ครูจะช่วยสรุปความรู้จากเนื้อหาบทเรียนที่ได้เรียนมาจากในโมไบล์แอปพลิเคชันในแต่ละเรื่องเพื่อให้เข้าใจในองค์ความรู้ที่ตรงกันและถูกต้องชัดเจนของผู้เรียนทุกคน

2.2 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำข้อสอบเพื่อทบทวนความรู้ให้กับตนเองที่ได้เรียนในบทเรียนแต่ละเรื่อง พร้อมทั้งมีการประเมินผลต่าง ๆ ในกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทำทั้งในโมไบล์แอปพลิเคชันและผลงานในห้องเรียน

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้กลุ่มทดลองต้องเรียนโดยใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้แก่นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้งหมดจำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้จำนวนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่ 2. แผนการจัดการเรียนรู้ปริมาณน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่ 3. แผนการ

จัดการเรียนรู้สสารต่างชนิดกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่ 4. แผนการจัดการเรียนรู้ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของอากาศ 5. แผนการจัดการเรียนรู้ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของของเหลว และ 6. แผนการจัดการเรียนรู้ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของของแข็ง

2. ผลจากศึกษาผลการประเมินและความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน เพื่อปรับปรุงให้เครื่องมือมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

โดยแบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการประเมินดังต่อไปนี้

2.1 การประเมินโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นใช้แบบประเมินคุณภาพสื่อ ประเมินโดย ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาและด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ท่าน

2.2 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินผลการวิจัย ได้แก่

2.2.1 แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน ใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน และทดลองหาค่าความเชื่อมั่น (KR20) ค่าดัชนีความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนักเรียน 20 คน

สรุปได้ว่า การพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้แก่นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นได้รับการประเมินสื่ออยู่ในระดับดีมาก ประเมินดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมินทุกข้อ การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก การประเมินดัชนีความสอดคล้องของ แบบทดสอบก่อน-หลังเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินทุกข้อ และในส่วนของแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน ได้มีการหาค่าความเชื่อมั่น โดยรวมมีค่าความเชื่อมั่น (KR20) อยู่ที่ 0.96 ค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.25-0.75 พบว่า แบบทดสอบนี้มีความยากง่ายอยู่ในระดับดีถึงดีมาก และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.40–0.90 แบบทดสอบมีอำนาจจำแนกอยู่ในระดับพอใช้ถึงดีมาก ซึ่งหมายความว่าแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนสามารถนำไปใช้ในการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลได้จริง

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การนำเสนอผลนี้จะตอบคำถามวิจัย การใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นได้หรือไม่

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็น นักเรียนโรงเรียนวัดอินทาราม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ระยะเวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ คิดเป็นจำนวน 12 ชั่วโมง จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ ข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

1. รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง
2. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 1 รายละเอียดกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง

สถานภาพ	N = 30	
	จำนวน (คน)	**ร้อยละ**
เพศ		
1. หญิง	18	60.00
2. ชาย	12	40.00
รวม	**30**	**100.00**

จากตารางที่ 20 พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 60.00 (18 คน) และเพศชายร้อยละ 40.00 (12 คน) ทั้งหมดอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบ	จำนวนนักเรียน (N)	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) (เต็ม 30 คะแนน)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	*t*-test	Sig.
ก่อนเรียน	30	9.33	2.75	24.57	.000*
หลังเรียน	30	20.53	4.25		

* $p < .05$

จากตารางที่ 21 พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ($\bar{x}$ = 9.33, S.D. = 2.75) และหลังเรียน ($\bar{x}$ = 20.53, S.D. = 4.25) โดยทดสอบสมมติฐานด้วยค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยสถิติที (*t*-test) ปรากฏว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลการสำรวจความพึงพอใจของของนักเรียนที่มีต่อโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แสดงได้ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รายละเอียด	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	.56	มากที่สุด
2. มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน	4.53	.57	มากที่สุด
3. มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ตนเองเบื้องต้น	4.37	.62	มากที่สุด
4. การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ	4.80	.41	มากที่สุด
5. มีฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน	4.67	.48	มากที่สุด
6. สามารถใช้งานได้กับทุกแพลตฟอร์ม	4.40	.62	มากที่สุด
7. ความเสถียรของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	4.43	.63	มากที่สุด
8. สามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง	4.77	.43	มากที่สุด
9. สามารถใช้เป็นการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา	4.57	.63	มาก
10. สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง	4.87	.35	มากที่สุด
11. สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา	4.63	.56	มากที่สุด
12. สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นหรือครูได้	4.33	.48	มาก
รวม	**4.58**	**0.31**	**มากที่สุด**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 23 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$= 4.58, S.D. = .31) เมื่อพิจารณา รายด้านพบว่า สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ($\bar{x}$ = 4.87, S.D. = .35) อยู่ในอันดับมากที่สุด รองลงมาคือ การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ ($\bar{x}$ = 4.80, S.D. = .41) และสามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง ($\bar{x}$ = 4.77, S.D. = .43) ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1. เพื่อศึกษาภูมิหลัง ประสบการณ์ ความต้องการจำเป็น ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา และนำข้อมูลที่ได้รับมาพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 2. เพื่อพัฒนานวัตกรรมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยแบ่งการวิจัยเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การวิจัยสำรวจขั้นต้น มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา 2) เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จากโรงเรียนทุกภาค ทั่วประเทศไทย และเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีคุณภาพเหมาะสม ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ (1) ศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงศึกษาข้อมูลที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 และพัฒนาแอปพลิเคชันตามกระบวนการอย่างเป็นระบบด้วย ADDIE MODEL (2) ศึกษาผลการประเมินและความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน เพื่อปรับปรุงให้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ระยะนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน กลุ่มเดียว โดยระยะเวลาในการทดลองคือ 12 ชั่วโมง ซึ่งแบ่งเป็นการเรียนแบบออนไลน์ 6 ชั่วโมง และออฟไลน์ 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิจัยระยะที่ 1 เพื่ออธิบายข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม โดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการจำเป็นโดยใช้สูตรคำนวณหาค่าดัชนีความต้องการจำเป็น และวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิจัยระยะที่ 2 ใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการอธิบายผลการประเมินสื่อและแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความเชื่อมั่น ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน ผลการวิจัยระยะที่ 3 ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายข้อมูล ทั่วไป วิเคราะห์ข้อมูลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ Dependent Sample t-test

สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัยสามารถสรุปได้ 3 ระยะ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การวิจัยขั้นต้น เพื่อศึกษาภูมิหลัง ประสบการณ์ ความต้องการจำเป็นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในการเข้าถึงสารสนเทศต่างๆ มากที่สุด

2. ความต้องการจำเป็นในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

2.1 ความต้องการจำเป็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าช่วยให้ฉันเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้ มีดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นสูงสุด รองลงมาคือช่วยให้ฉันกำหนดตัวแปรได้ และช่วยให้ฉันสามารถสรุปผลจากการทดลองได้ ตามลำดับ

2.2 ความต้องการจำเป็นของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่า ช่วยให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้ มีดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น

สูงสุด รองลงมาคือ ช่วยให้นักเรียนกำหนดตัวแปรได้ และช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลองได้ ตามลำดับ

3. ด้านปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

3.1 ปัจจัยที่ส่งผลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับระดับมากที่สุด เมื่อวิเคราะห์รายด้านพบว่า การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ เป็นปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง และสามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง ตามลำดับ

3.2 ปัจจัยที่ส่งผลของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับระดับมากที่สุด เมื่อวิเคราะห์รายด้านพบว่า สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับนักเรียนในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง เป็นปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงคือสามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลาและการออกแบบที่สวยงาม น่าสนใจ ตามลำดับ

ระยะที่ 2 การพัฒนานวัตกรรมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

การพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การพัฒนาตามหลักการอย่างเป็นระบบด้วย ADDIE MODEL ซึ่งได้รับการประเมินสื่ออยู่ในระดับดีมาก การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก การประเมินดัชนีความสอดคล้องของ แบบทดสอบก่อน-หลังเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินทุกข้อและในส่วนของแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน ได้มีการหาค่าความเชื่อมั่น โดยรวมมีค่าความเชื่อมั่น (KR20) อยู่ที่ 0.96 ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นที่สูงและสามารถนำไปใช้ในการทดลองได้ ค่าความยากง่าย (P) พบว่ามีความยากง่ายอยู่ในระดับดีถึงดีมาก และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในระดับพอใช้ถึงดีมาก ซึ่งหมายความว่าแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนสามารถนำไปใช้ในการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลได้จริง

ระยะที่ 3 การศึกษาผลของการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า

1. นักเรียนที่ใช้โมไบล์แอปพลิเคชันที่ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนผลการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการรายด้านทั้งหมด 6 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมติฐาน ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และทักษะการสร้างแบบจำลอง พบว่ามีเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ใช้โมไบล์แอปพลิเคชันที่ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง อยู่ในอันดับมากที่สุด รองลงมาคือการออกแบบสวยงาม น่าสนใจ และสามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเองตามลำดับ

อภิปรายผล

ในการอภิปรายผล ผู้วิจัยตอบคำถามการวิจัย 2 ประการ คือ

1. การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะอย่างไร

2. การใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นได้หรือไม่

โดยมีรายละเอียดการอภิปราย ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน ได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันอย่างเป็นระบบตามหลักการของ ADDIE MODEL โดยประกอบไปด้วย 1) ขั้นการวิเคราะห์ในส่วนนี้จะวิเคราะห์หลายองค์ประกอบไม่ว่าจะเป็นความต้องการจำเป็น ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้แอปพลิเคชัน วิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ผู้เรียน วิเคราะห์รูปแบบการสอนและการประเมินผล 2) ขั้นการออกแบบ ในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบรูปแบบของแอปพลิเคชัน ออกแบบหน้าจอ และออกแบบกิจกรรมต่าง ๆ ในแอปพลิเคชัน 3) ขั้นการพัฒนา จะเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยการสร้างเนื้อหาตามที่ได้วิเคราะห์หรือออกแบบไว้ และให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อ 4) ขั้นการนำไปใช้ เป็นการนำแอปพลิเคชันไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย และศึกษาผลการใช้ 5) การประเมินผล นำข้อมูลไปวิเคราะห์และได้รับผลจากการทดลอง โดยผลการพัฒนาแอปพลิเคชันได้รับการประเมินสื่ออยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพล แสนบุญส่ง (2565) ที่พบว่ามีการใช้รูปแบบ ADDIE MODEL ในการพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมทักษะต่อการเรียนของผู้เรียน และได้รับการประเมินสื่อคุณภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก เพราะการออกแบบเป็นการ

ออกแบบที่มีลำดับขั้นตอ นกระบวนการที่เป็นระบบและชัดเจน สามารถพัฒนาผู้เรียนได้ตรงตามวัตถุประสงค์

มีประเด็นที่นำมาอภิปรายลักษณะเพิ่มเติม คือ

1.1. การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยขั้นตอนของการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งผู้วิจัยมีขั้นตอนของการศึกษาประสบการณ์ผู้ใช้ ความต้องการจำเป็นและปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานกับนักเรียนและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา และนำผลการศึกษามาวิเคราะห์และนำมาสู่การออกแบบเป็นห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนาภา วัฒนธรรม (2564) ที่พบว่าได้มีการศึกษาประสบการณ์ผู้ใช้ ความต้องการจำเป็นและปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ภาษาจีน เพื่อนำมาเป็นต้นแบบในการออกแบบเป็นโมไบล์แอปพลิเคชันในการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.2 องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน มีประเด็นที่นำมาอภิปราย คือ

1.2.1 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้มีการตอบคำถาม ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรต่าง ๆ กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และรวมไปถึงนักเรียนได้ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ในห้องปฏิบัติการจะมีพื้นที่เก็บของอุปกรณ์ พื้นที่ว่างในการทำการทดลอง พื้นที่อธิบายความรู้ต่าง ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยการออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนของ พรนภา อาจสว่าง (2558) ที่พบว่าองค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แถบอุปกรณ์และสารเคมี เป็นแถบที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในการทำการทดลอง ส่วนที่ 2 พื้นที่การทำงานหรือพื้นที่ทำการทดลอง เป็นพื้นที่ที่ให้นักเรียนสามารถทำการทดลอง ส่วนที่ 3 พื้นที่ในการนำเสนอ เป็นส่วนที่ไว้นำเสนอสิ่งต่างๆ เช่น ข้อความ คำอธิบาย โดยองค์ประกอบเหล่านี้ให้นักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้อย่างอิสระ และสามารถทำการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้ทดลองเพื่อหาคำตอบและข้อเท็จจริง ทั้งนี้ยังมีให้นักเรียนได้บันทึกผลการทดลองที่เกิด และสรุปผลการทดลองอีกด้วย ทั้งนี้ในส่วนของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงยังมีในส่วนของระบบการดูข้อมูลย้อนหลังของการบันทึกคำตอบของผู้เรียน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของครูผู้สอนในการตรวจ และติดตามผลการทำกิจกรรมของนักเรียน

1.2.2 เนื้อหาวิทยาศาสตร์ และตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ ได้นำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาใช้ในการออกแบบเนื้อหาสาระการเรียนรู้และกำหนดตัวชี้วัด เป็นเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้มีการนำเนื้อหาความรู้จากหลักสูตรหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 โดยเนื้อหาเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนและเป็นเนื้อหาที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถทำการทดลองเพื่อส่งเสริมทักษะของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ วิษณุ วงศ์อ่อนตา (2559) ได้มีการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในด้านวิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย โครงสร้าง การจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตลอดจนตัวชี้วัด แล้วนำผลการศึกษามาสร้างและพัฒนาการเรียนแบบผสมผสานเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และสอดคล้องกับความรู้ต่าง ๆ และสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

1.2.3 ตัวละครดำเนินเรื่อง เป็นตัวละครเด็กผู้ชายที่สวมชุดนักวิทยาศาสตร์ ในมือมีการถืออุปกรณ์การทดลอง อยู่ในวัยใกล้เคียงกับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีอารมณ์ร่วม และดึงดูดความสนใจของผู้เรียน สอดคล้องกับเจด็จ คชฤทธิ์ (2554, อ้างถึงใน พิริยา หาญบำรุงธรรม, 2564) ที่ได้กล่าวถึงวิธีการเลือกการ์ตูนหรือตัวละออกดำเนินเรื่องเพื่อประกอบการเรียนการสอนสำหรับเด็กหรือผู้เรียน ควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนสนใจและควรเลือกการ์ตูนที่สัมพันธ์กับบทเรียน เลือกการ์ตูนที่ไม่ซับซ้อน

2. การใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากแอปพลิเคชันออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาและเข้าถึงการเรียนรู้และองค์ความรู้ได้อย่างถ่องแท้ และสามารถฝึกปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ตลอดเวลา สามารถเข้าใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลาตามความสะดวกของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้มีการทบทวนและฝึกทำบ่อยครั้ง จึงทำให้มีความรู้และทักษะเพิ่มมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง (2562) ที่พบว่าการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

3. ระบบปฏิบัติการโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง มีการนำกระบวนการสืบเสาะ 5E เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในขั้นตอนการเรียนรู้ทั้งการเรียนรู้แบบออนไลน์และแบบออฟไลน์ในลักษณะการเรียนแบบผสมผสาน โดยในการเรียนรู้บนโมไบล์แอปพลิเคชันมีการนำขั้นตอน 3 ขั้นแรกของ 5E มาเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย ขั้นนำความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษา ตอบคำถามและทำกิจกรรมการทดลองบนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง พร้อมทั้งสรุปผลจากการทดลองหรือทำกิจกรรม ทำให้

ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและเกิดความรู้ต่าง ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วุฒิชัย ภูดี (2564) พบว่าการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E เข้ามาร่วมห้องเรียนเสมือนจริงเพื่อให้เกิดวงจรการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ใหม่และแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอนผ่านกระบวนการสำรวจ สังเกต คาดการณ์ ตรวจสอบ สืบค้นและเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง

4. การใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E หรือกระบวนการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นร่วมกับโมไบล์แอปพลิเคชันทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ekicia, Erdemb (2020) พบว่าการใช้กิจกรรมกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้โมไบล์แอปพลิเคชัน ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้กล่าวว่าอุปกรณ์เคลื่อนที่สนับสนุนการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น และได้มีการสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอน 5E ได้อย่างเป็นระบบทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้งาน

1.1 การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน สถานศึกษาควรให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยีสารสนเทศที่นักเรียนทุกคนสามารถเข้าถึงได้มาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นร้อยละ 55.48 ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบปฏิบัติการไอโอเอส ร้อยละ 44.52 ในการเข้าถึงสารสนเทศต่างๆ จะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถพัฒนาเนื้อหาบทเรียนได้เหมาะสม และเลือกใช้ช่องทางการจัดการเรียนการสอนได้ตรงกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งจากข้อมูลนี้การเลือกใช้โมไบล์แอปพลิชันก็เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่จะทำให้ผู้สอนสามารถเข้าถึงผู้เรียนได้มากขึ้น ด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยการจัดลำดับความสำคัญความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า มีค่าดัชนีลำดับความต้องการจำเป็นสูงที่สุด ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือการออกแบบพัฒนาเนื้อหาบทเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในรูปแบบอิเล็คทรอนิกส์ที่สามารถเข้าถึงได้ผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับเทคนิคการสอนที่เน้นให้โมไบล์แอปพลิเคชันสามารถให้ผู้เรียนได้ฝึกการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้ เพื่อเป็นแนวทางไปสู่กระบวนการพัฒนาผู้เรียนในลำดับถัดไป

1.2 การนำห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นไปใช้ควรศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างชัดแจ้งและทำการสำรวจความพร้อมของผู้เรียน รวมถึงการจัดเตรียมเทคโนโลยีของตนเองให้พร้อม รวมไปถึงผู้สอนควรติดตามและแนะนำผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยในการศึกษาครั้งต่อไปอาจมีการศึกษากลุ่มเป้าหมายที่มีระดับการศึกษาที่แตกต่างออกไปป เช่น ระดับประถมศึกษา หรือระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือระดับอุดมศึกษาเป็นต้น

2.2 การวิจัยครั้งต่อไปอาจจะมีการนำเทคโนโลยีในการออกแบบให้เป็นรูปแบบ 3D หรือ VRที่แสดงให้เห็นถึงสภาพแวดล้อมมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งประสบการณ์จริงเสมือนดึงดูดผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น จะทำให้ผู้เรียนสนใจบทเรียนและเป็นประโยชน์ให้กับผู้เรียน

2.3 การวิจัยครั้งถัดไปอาจจะนำไปพัฒนาในด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เพิ่มเติม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2564). แผนปฏิบัติการดิจิทัลเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2563-2565./ https://bict.moe.go.th/wp-content/uploads/2022/03/digital-63-65.pdf

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). บทสรุปผู้บริหาร สืบค้นจาก http://reo17.moe.go.th/file/onet62/summary.pdf

กรุงเทพธุรกิจ. (2564). ‘เรียนออนไลน์’ กับความ 'ไม่พร้อม' ของครอบครัวไทย การศึกษาจะไปทางไหนในวิกฤติโควิด-19. สืบค้นจาก https://www.bangkokbiznews.com/news/detail/880578

กุลนิดา ศรีคำเวียง, พงศ์เทพ จิระโร, และเสกสรรค์ ทองคำบรรจง. (2562) การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 38(3), 17-29.

กาญจนาภา วัฒนธรรม. (2564). การศึกษาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ความต้องการจำเป็นและปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะฟัง-พูดภาษาจีน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสารคาม, 4(12), 7-18.

เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

จักรพงษ์ กล่อมปัญญา, อุทิศ บำรุงชีพ และปริญญา ทองสอน. (2561). การจัดการเรียนรู้อาเซียนศึกษาแบบผสมผสานตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 19(2), 76-90.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จิรวดี ไทยสงคราม, นงนิตย์ มรกต และณัฏฐาเนตร นันทบุตร. (2555). การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบผสมผสานกับวิธีการสอนแบบปกติ. วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม, 2(1), (109-115).

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2561). การออกแบบการเรียนแนวดิจิตอล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉัฐระพี โพธิ์ปิติกุล. (2555). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน เรื่องการติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดคณะกรรมการอาชีวศึกษา. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ฉัตรแก้ว ศรีวงศ์. (2556). การพัฒนาปฏิบัติการเสมือนเพื่อเสริมการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาการสารสนเทศมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล. (2557). การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. วารสารสุทธิปริทัศน์, 28 (86), 352-364.

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. (2539). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ฐายิกา ชูสุวรรณ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2561). การสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสงที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดกลาง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วารสารรายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2. (561-576).

ทิพย์ธารา วงษ์สด. (2553). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้. ปริญญานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

ธารีรัตน์ ใจเอื้อย. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชา ว 30211 เคมีเพิ่มเติม 1 ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นสูงและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โครงการห้องเรียนอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์ โรงเรียนหนองโสนพิทยาคมอำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร. วารสารพัฒนาทักษะทางวิชาการอย่างยั่งยืน, 2(3), (28-43).

ธนภรณ์ ก้องเสียง และรินรดี พรวิริยะสกุล. (2560). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เสริมการเรียนรู้ กรณีศึกษาโรงเรียนปราโมชวิทยาราม อินทรา. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 5(1), 24-31.

ธีรวดี ถังคบุตร. (2552). การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้แผนผังทางปัญญาเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นริศรา มีมาก. (2560). แนวทางการสร้างการยอมรับการใช้โมบายแอปพลิเคชันด้านสุขภาพของผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพมหานคร. สารนิพนธ์วิทยาศาสตร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2560). การพัฒนาการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใน ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-5 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 (พิมพ์ครั้งที่ 4). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

บุญส่ง นิลแก้ว. (2541). การวัดผลทางการศึกษา. เชียงใหม่ : คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปริยาภรณ์ บุญมีรอด. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนแบบผสมผสานร่วมกับการเรียนแบบแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาผลงานการถ่ายภาพเชิงสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยศิลปากร. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปิยนันท์ ปานนิ่ม. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานด้วยการเรียนการสอนแบบร่วมมือ. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 11(2), (121-129).

ไพศาล วรคำ. (2554). การวิจัยการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 6). กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

พรนภา อาจสว่าง. (2558). การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศิลปะศาสตร์มหาบัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พรพิมล ประพฤติดี. (2561). การนำเสนอเทคโนโลยีเสมือนจริงในพิพิธภัณฑ์ศิลปะ. วิทยานิพนธ์ศิลปะมหาบัณฑิต สาขาวิชาทฤษฎีศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากรมหาวิทยาลัยศิลปากร.

พัชรินทร์ สิงห์สรศรี. (2560). อิทธิพลของความรู้พื้นฐานเดิมและบรรยากาศชั้นเรียนที่มีต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดนครปฐม โดยมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นตัวแปรส่งผ่าน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พีริยา หาญบำรุงธรรม. (2564). การพัฒนาหนังสือการ์ตูนเออาร์ด้วยเทคนิค PWIM เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่านสำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสารคาม, 5(14), 22-35

ภาณุเดช หงษาวงศ์. (2548). ตำรารายวิชาทักษะสำหรับครูวิทยาศาสตร์. เชียงใหม่: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

ภานัดดา ญาศรี, สมเกียรติ อินทสิงห์ และ นทัต อัศภาภรณ์. (2563). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโพกิล. วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่, 21(3), 110-126.

ภาพิสุทธิ์ ภูวญาณพงศ์. (2557). ผลของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลองและการตีความหมายและลงข้อสรุปของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์สาขาประถมศึกษา. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปริญญามหาบัณฑิต.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภสิทธ เมตตพันธุ์. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้นอกห้องเรียนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมทักษะการสังเกตและทักษะการจำแนกประเภทของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุ ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภัทริกา เจริญสุข, จารุวัส หนูทอง, ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และปิยรัตน์ ดรบัณฑิต. (2014). การพัฒนาการทดลองเสมือน เรื่อง เทคนิคการแยกสารเพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตชั้นปีที่ 3 ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วารสารคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 30(1), 123-139.

ภัณฑิรา กัณหาไชย. (2562). การพัฒนารูปแบบการเรียนกลับด้านแบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการรู้ทางทัศนะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปริญญามหาบัณฑิต.

ภัทรพล ตันตระกูล. (2561). ผลการเรียนด้วยบทเรียนเอ็มเลิร์นนิง(M-learning)บนอุปกรณ์พกพา เรื่อง สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพสำหรับนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยมหิดล. สาขาเทคโนโลยีการศึกษา. มหาวิทยาลัยศิลปากร. ปริญญามหาบัณฑิต.

ภูมินทร์ ดวงหาคลัง, พัฒน์นรี ศรีสมพันธ์ และโรเบิร์ท แบทซิงเงอร์. (2560) . MIT App Inventor กับการพัฒนาเพื่อการประยุกต์ใช้จริง. วารสารสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมาร, 6(1), (80-91).

มารียะห์ มะเซ็ง. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

มัลลิกา บุนนาค. (2551). สถิติเพื่อการวิจัยและตัดสินใจ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระเบียบ อนันตพงศ์. (2550). ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สนามของแรง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผสมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกันยา จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ราวรรณ แสงอยู่. (2556). ผลการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. ปริญญามหาบัณฑิต.

รัฐภัทร เมฆลาย. (2560). โมบายแอปพลิเคชันสมุนไพรบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รัตนเกล้า ประดิษฐ์ด้วง. (2562). ผลการใช้กลยุทธ์แนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้5E ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปริญญามหาบัณฑิต.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. สำนักพิมพ์สุวีริยะสาส์น.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2544). การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วรันญา วิรัสสะ. (2562). การศึกษาหาความสัมพันธ์ของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสิงห์บุรี สังกัดโรงเรียนเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี, 11(2), (130-141).

วิษณุ วงศ์อ่อนตาว. (2559). การพัฒนาการเรียนแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. Academic Journal: Uttaradit Rajabhat University, 11(1), 222-232.

วิทยา วาโย, อภิรดี เจริญนุกุล, ฉัตรสุดา กานกายันต์ และจรรยา คนใหญ่. (2563). การเรียนการสอนแบบออนไลน์ภายใต้สถานการณ์แพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 : แนวคิดและการประยุกต์ใช้จัดการเรียนการสอน. วารสารศูนย์อนามัยที่ 9, 14(34), 285-298

วุฒิชัย ภูดี. (2564). แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการห้องเรียนกลับด้านกับการสอนแบบสืบเสาะแบบ 5E โดยใช้เครื่องมือดิจิทัลผ่านห้องเรียนเสมือนจริงในการสอนคณิตศาสตร์. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 4(2), 279- 288.

ศรัณย์รัชต์ บุญญานุรักษ์ และอนิรุทธ์ สติมั่น. (2560). ผลการเรียนแบบผสมผสานด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ข้อมูลและสารสนเทศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมสิริวัณวรี ๓ ฉะเชิงเทรา.วารสารสาขามนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 10(3), (2680-2698).

ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์. (2551). การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต เทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภฤกษ์ คำแปล. (2558). การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาการสารสนเทศมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ศิริพล แสนบุญส่ง. (2565). การพัฒนาเกมโมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา. วารสารครุสาสตร์อุตสาหกรรม, 21(1), 56-66

ศุภกาญจน์ บัวเรือง. (2551). การพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คุรุศาสตร์อุสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี.

ศิริรัตน์ บุญเขียว. (2563). ความต้องการจำเป็นในการใช้ดิจิทัลของนักเรียนเตรียมทหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยรังสิต.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). การอบรมครูด้วยระบบทางไกลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ:องค์การค้าคุรุสภา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ: สสวท.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2564 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สืบค้นจากhttp://www. https://www.niets.or.th/uploads/content_pdf/pdf_1658738090.pdf ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สืบค้นจาก https://www.niets.or.th/uploads/content_pdf/pdf_1658738024.pdf ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สืบค้นจาก https://www.niets.or.th/uploads/content_pdf/pdf_1658737523.pdf

สวียา สุรมณีและรุ้งนภาพร ภูชาดา. (2558). การพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อการเรียนรู้บนแท็บเล็ตเรื่ององค์ประกอบของระบบสารสนเทศ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, 2(1), 51-60.

สุวัฒน์ ทับทมเจือ. (2549). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. พระนครศรีอยุธยา : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

สุพรรณี พรพุทธิชัย. (2551). อิทธิพลของการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคซิมแพล็กซ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์สาขาวิจัยการศึกษา. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปริญญามหาบัณฑิต.

สำนักงานราชบัณฑิตสภา. (2562). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัยชุดความฉลาดรู้ (literacy). กรุงเทพฯ: สำนักงานราชบัณฑิตสภา.

สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). สรุปผลการดำเนินงาน 9 ปี ของการปฏิรูปการศึกษา (พ.ศ. 2550-2559). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วี.ที.ซี. คอมมิวนิเคชั่น.

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2559). แผนพัฒนาศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12. (พ.ศ 2560-2564) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่12 (พ.ศ. 2560-2564)./(ม.ป.ป.)./ http://www.bic.moe.go.th/images/stories/article12.pdf

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2565, 20 ตุลาคม). รายงานรายงานสถิติจำนวนสถานศึกษาของประเทศไทย จำแนกตามชั้นที่เปิดสอน/https://catalog.moe.go.th/dataset/dataset-15_05

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2565, 11 ตุลาคม). รายงานสถิติจำนวนห้องเรียนและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายในระบบโรงเรียนของประเทศไทย จำแนกตามสังกัดและชั้น/https://gdcatalog.go.th/dataset/gdpublish-dataset-15_17

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2563). โครงการสำรวจผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19. สืบค้นจาก http://ittdashboard.nso.go.th/covid19survey.php

สุวิมล ว่องวานิช. (2550). การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น. (พิมพ์ครั้งที่2). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โสภิตา สุวุฒโฑ. (2555). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อารักษ์ ไชยหลาก. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา 7 ขั้นกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อัญชนา กลิ่นเทียน และวรรณชัย วรรณสวัสดิ์. (2560). การสังเคราะห์รูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปีที่ 11 ฉบับพิเศษ พฤศจิกายน 2560, (147-162)

อเนชา วิชาไชย, พรรณวิไล ดอกไม้ และไพศาล วรคำ. (2020). การส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโมไบล์เลิร์นนิง. วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่, ปีที่ 21ฉบับที่ 2พฤษภาคม–สิงหาคม2563, (20-34).

อทิติย์ ชูตระกูลวงศ์. (2556). ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้คำถามตามการจำแนกประเภทวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปริญญามหาบัณฑิต.

อภิศักดิ์ อาจนันท์. (2557). รู้หรือไม่!! โมบายแอพพลิเคชั่นคืออะไร? และวิธีสังเกตแอปพลิเคชันปลอมทำได้อย่างไร. สืบค้นจาก http://news.siamphone.com/news-17863.html.

อรลดา แซ่โค้ว. (2558). เว็บแอปพลิเคชันการจัดการความรู้ ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี.วิทยานิพนธ์ สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

Cieza, E., & Lujan, D. (2018). Educational Mobile Application of Augmented Reality Based on Markers to Improve the Learning of Vowel Usage and Numbers for Children of a Kindergarten in Trujillo. Procedia Computer Science, 130, 352-358. doi:https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.051

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Ekicia, M., & Erdemb, M. (2020). Developing Science Process Skills through Mobile Scientific Inquiry. Thinking Skills and Creativity, 36, doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100658

Gauld, C.F. (1992). The Scientific Attitude and Science Education : A Critical Reappraisal. Science Education, 66(1), 111-112.

Good, C. V. (1945). Dictionary of education. New York: McGraw Hill Book, Co, Inc.

Haryadi, R., & Pujiastuti, H. (2019). PhET simulation software-based learning to improve science process skills. Journal of Physics: Conference Series, 1521 (2020) 022017, doi:10.1088/1742-6596/1521/2/022017

Indri O.W., Sarwanto & Nurosyid, F. (2020). Analysis of high school students' science process skills. Journal of Physics: Conference Series. 1567 (2020) 032098. doi:10.1088/1742-6596/1567/3/032098

Martin, Ralph E. et al. (1994). Teaching Science for all Children. Ohio : The Ohio State University

Pramono, S.E., Prajanti, S.D.W., & Wibawanto, W. (2019). Virtual Laboratory for Elementary Students . Journal of Physics: Conference Series, 1387 (2019) 012113, doi:10.1088/1742-6596/1387/1/012113

The American Association for the Advancement of Science: AAAS. (1967). Science: A Process Approach-Commentary for Teacher. Washington D.C:AAAS.

The Exploratorium and Institute for Inquiry. (2006). Workshop II: Assessing Process. Skills: A Professional Development Curriculum. San Francisco, CA.

Safitri, L.N & Fahrudin, Jumadi. (2020). Comparison of students science process skills after using learning an experimental and virtual laboratory on Archimedes Law. Journal of Physics: Conference Series 1440 (2020) 012079, doi:10.1088/1742-6596/1440/1/012079

Sholihah, N.A.A., Sarwanto & Aminah., N.S. (2020). Development of two-tier multiple choice instrument to measure science process skill. Journal of Physics: Conference Series, 1521 (2020) 022053.

Sharpe, R., Benfield, G. & Francis, R. (2006). The Undergraduate Experience of Blended Learning : A Review of UK Literature and Practice.

Singh, H., & Reed, C. (2001). Achieving Success with Blended Learning.

Wendy McColskey & Rita O'Sullivan. (2000). How to Assess Student Performance in Science: Going Beyond Multiple-Choice Tests (A Resource Manual for Teachers). SERVE.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลชัย กุลตวนิช	คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
อาจารย์ ดร.รัตตมา รัตนวงศา	คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
อาจารย์ทศพล อัมทรินทร์	โรงเรียนสตรีวรนาถ บางเขน

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิทยาศาสตร์

อาจารย์ ณัฐธยาน์ เลขะวัฒนพงษ์	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
อาจารย์ รุ่งขวัญ บุญพิทักษ์	โรงเรียนลาซาลโชติรวีนครสวรรค์
อาจารย์ ปาริชาติ วังคะฮาด	โรงเรียนวัดแสงสรรค์
อาจารย์ ปาริชาต พิพัตรสัจจา	โรงเรียนวัดเจริญธรรม เผอิญศรีภูธรอุปถัมภ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

- แบบสอบถามเพื่องานวิจัย
- แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสอบถามเพื่องานวิจัย

เรื่อง ความต้องการจำเป็นและประสบการณ์ในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของ **นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่องการออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บข้อมูล ออกแบบ พัฒนา ศึกษาผล และนำเสนอการพัฒนาการออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความต้องการจำเป็นในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ตอนที่ 3 ประสบการณ์ผู้ใช้โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ขอความอนุเคราะห์ท่านตอบแบบสอบถามครบทุกข้อ เพื่อที่ให้การวิจัยครั้งนี้มีความสมบูรณ์และมีคุณค่าต่อการนำไปใช้ในการออกแบบ พัฒนา ศึกษาผล และนำไปพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์มา ณ ที่นี้

นายณัฐพล สิงสุข

นิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง</u> จะเป็นรูปแบบการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ โดยภายในแอปพลิเคชัน จะมีบทเรียน เนื้อหาต่าง ๆ และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนเป็นสื่อที่สนับสนุนการเรียนการสอนที่สามารถจำลองการทดลองต่าง ๆ ของทุกขั้นตอนในห้องปฏิบัติการปกติได้และที่สำคัญสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา

<u>ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม</u>

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

1. เพศ ☐ (1) ชาย ☐ (2) หญิง

2. สังกัดโรงเรียน ☐ (1) รัฐบาล ☐ (2) เอกชน

3. สังกัดพื้นที่ ☐ (1) กรุงเทพฯ และปริมณฑล ☐ (2) ต่างจังหวัด (ระบุจังหวัด).....

4. ระดับชั้น ☐ (1) มัธยมศึกษาปีที่ 1 ☐ (2) มัธยมศึกษาปีที่ 2

☐ (3) มัธยมศึกษาปีที่ 3

5. ประเภทห้องเรียน ☐ (1) ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ☐ (2) ห้องเรียนปกติ

☐ (2) อื่น ๆ (โปรดระบุ)...

6. ท่านได้รับการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้**<u>จากครอบครัว</u>**ระดับใด เมื่อเปรียบเทียบจากความจำเป็นที่ต้องใช้เพื่อการเรียนรู้ (ทั้งซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมและอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน)

☐ (1) ได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่ (80% – 100%)

☐ (2) ได้รับการสนับสนุนในระดับปานกลาง (50% – 79%)

☐ (3) ได้รับการสนับสนุนในระดับน้อย (ต่ำกว่า 50%)

☐ (4) อื่นๆ ระบุ.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

7. ท่านได้รับการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้**จากสถานศึกษา**ระดับใด(ทั้งซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมและอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน)

☐ (1) ได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่ (80% – 100%)

☐ (2) ได้รับการสนับสนุนในระดับปานกลาง (50% – 79%)

☐ (3) ได้รับการสนับสนุนในระดับน้อย (ต่ำกว่า 50%)

☐ (4) อื่นๆระบุ.....

8. เกรดเฉลี่ยสะสม (GPAX)

☐ (1) 3.51 – 4.00 ☐ (2) 3.01 – 3.50 ☐ (3) 2.51 – 3.00

☐ (4) 2.01 – 2.50 ☐ (5) 1.51 – 2.00 ☐ (6) น้อยกว่าหรือเท่ากับ1.50

9. ระบบปฏิบัติการโทรศัพท์เคลื่อนที่ของท่าน

☐ (1) ไอโอเอส ☐ (2) แอนดรอยด์ ☐ (3) วินโดว์

☐ (4) อื่นๆ (โปรดระบุ)

10. ความถี่ในการใช้เทคโนโลยี (ให้เรียงลำดับจากมากไปน้อย)

(โดยกำหนด : 5=มากที่สุด, 4=มาก, 3=ปานกลาง, 2=น้อย, 1=น้อยที่สุด)

☐ (1) คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ☐ (2) โน้ตบุ๊ก / แล็ปท็อป

☐ (3) ไอแพด / แท็บเล็ต ☐ (4) โทรศัพท์เคลื่อนที่

☐ (5) อื่นๆ (โปรดระบุ)

11. ท่านเคยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงหรือไม่

☐ (1) เคย ☐ (2) ไม่เคย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 ความต้องการจำเป็นในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ข้อที่	รายละเอียด	สภาพจริงที่เป็นอยู่					สภาพที่ควรจะเป็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงสามารถส่งเสริมสนับสนุนฉันในด้านใดบ้าง											
1	ช่วยให้ฉันเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้										
2	ช่วยให้ฉันมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ										
3	ช่วยให้ฉันกำหนดขอบเขตของการทดลอง										
4	ช่วยให้ฉันกำหนดตัวแปรได้										
5	ช่วยให้ฉันควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้										
6	ช่วยให้ฉันสามารถสรุปผลจากการทดลองได้										
7	ช่วยให้ฉันออกแบบการทดลองได้										
8	ช่วยให้ฉันบันทึกผลและสรุปการทำการทดลองได้										
9	ช่วยให้ฉันสามารถเสนอแนวคิดรวบยอดได้										
10	สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ได้										
11	ช่วยลดระยะเวลาในการทดลองได้										
12	สามารถทดลองซ้ำๆ ได้										
13	สามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์ สารเคมีต่าง ๆ										
14	ฉันรู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง										
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ส่งเสริมสนับสนุนท่านในด้านใดบ้าง											
15	ช่วยให้ฉันเข้าใจการทดลองได้เป็นอย่างดี										
16	ช่วยให้ฉันมีประสบการณ์ในการทดลอง										
17	ทำให้ฉันได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการทดลองที่ถูกต้องและครบถ้วน										

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ตอนที่ 3 ประสบการณ์ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง</u>

<u>คำชี้แจง</u> โปรดแสดงความคิดเห็นว่าปัจจัยต่อไปนี้ส่งผลให้ท่านเกิด**<u>ความต้องการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง</u>** ที่ระดับใด

ข้อที่	รายละเอียด	ระดับการประเมิน				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย					
2	มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน					
3	มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ตนเองเบื้องต้น					
4	การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ					
5	มีฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน					
6	สามารถใช้งานได้กับทุกแพลตฟอร์ม					
7	ความเสถียรของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง					
8	สามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง					
9	ใช้เป็นการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา					
10	สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง					
11	สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา					
12	สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นหรือครูได้					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

.....

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์มา ณ ที่นี้

นายณัฐพล สิงสุข

แบบสอบถามเพื่องานวิจัย

เรื่อง ความต้องการจำเป็นและประสบการณ์ในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของ **ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา**

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่อง การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บข้อมูล ออกแบบ พัฒนา ศึกษาผล และนำเสนอการพัฒนาการออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความต้องการจำเป็นในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ตอนที่ 3 ประสบการณ์ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ขอความอนุเคราะห์ท่านตอบแบบสอบถามครบทุกข้อ เพื่อที่ให้การวิจัยครั้งนี้มีความสมบูรณ์และมีคุณค่าต่อการนำไปใช้ในการออกแบบ พัฒนา ศึกษาผล และนำไปพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์มา ณ ที่นี้

นายณัฐพล สิงสุข

นิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

<u>ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง</u> จะเป็นรูปแบบการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ โดยภายในแอปพลิเคชัน จะมีบทเรียน เนื้อหาต่าง ๆ และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนเป็นสื่อที่สนับสนุนการเรียนการสอนที่สามารถจำลองการทดลองต่าง ๆ ของทุกขั้นตอนในห้องปฏิบัติการปกติได้และที่สำคัญสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา

<u>ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม</u>

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ 20 – 25 ปี ☐ 26 - 30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป
3. สังกัดโรงเรียน ☐ รัฐบาล ☐ เอกชน
4. สังกัดพื้นที่ ☐ กรุงเทพฯ และปริมณฑล ☐ ต่างจังหวัด (ระบุจังหวัด).....
5. ระดับชั้นที่สอน ☐ มัธยมศึกษาปีที่ 1 ☐ มัธยมศึกษาปีที่ 2
   ☐ มัธยมศึกษาปีที่ 3 ☐ มัธยมศึกษาปีที่ 4
   ☐ มัธยมศึกษาปีที่ 5 ☐ มัธยมศึกษาปีที่ 6
6. ประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ ☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1-5 ปี ☐ 6-10 ปี ☐ 11 ปีขึ้นไป
7. ท่านจบวิชาเอกด้านใด ☐ วิทยาศาสตร์ทั่วไป ☐ เคมี ☐ ชีววิทยา ☐ ฟิสิกส์
   ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)
8. ท่านใช้เทคนิค/รูปแบบ/กลยุทธ์ใดในการสอน ☐ 5E ☐ 7E ☐ PBL
   ☐ STEM ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)
9. ท่านได้รับการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้จากสถานศึกษาระดับใด (ทั้งซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมและอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน)
   - ☐ ได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่ (80% – 100%)
   - ☐ ได้รับการสนับสนุนในระดับปานกลาง (50% – 79%)
   - ☐ ได้รับการสนับสนุนในระดับน้อย (ต่ำกว่า 50%)
   - ☐ อื่นๆระบุ.....
10. ความถี่ในการใช้เทคโนโลยี (ให้เรียงลำดับจากมากไปน้อย)

(โดยกำหนด : 5=มากที่สุด, 4=มาก, 3=ปานกลาง, 2=น้อย, 1=น้อยที่สุด)

☐ (1) คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ☐ (2) โน้ตบุ๊ก / แล็ปท็อป ☐ (3) ไอแพด / แท็บเล็ต

☐ (4) โทรศัพท์เคลื่อนที่ ☐ (5) อื่นๆ (โปรดระบุ)

11. ท่านเคยใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงในการสอนหรือไม่ ☐ เคย ☐ ไม่เคย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 ความต้องการจำเป็นในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ข้อที่	รายละเอียด	สภาพจริงที่เป็นอยู่					สภาพที่ควรจะเป็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงสามารถส่งเสริมสนับสนุนนักเรียนของท่านในด้านใดบ้าง											
1	ช่วยให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้										
2	ช่วยให้นักเรียนมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ										
3	ช่วยให้กำหนดขอบเขตของการทดลอง										
4	ช่วยให้นักเรียนกำหนดตัวแปรได้										
5	ช่วยให้นักเรียนควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้										
6	ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลองได้										
7	ช่วยให้นักเรียนออกแบบการทดลองได้										
8	ช่วยให้นักเรียนบันทึกผลและสรุปการทำการทดลองได้										
9	ช่วยให้นักเรียนสามารถเสนอแนวคิดรวบยอดได้										
10	ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้นอกสถานที่ได้										
11	ช่วยลดระยะเวลาในการทดลองได้										
12	นักเรียนสามารถทดลองซ้ำๆ ได้										
13	สามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์ สารเคมีต่าง ๆ										
14	รู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง										
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ส่งเสริมสนับสนุนนักเรียนของท่านในด้านใดบ้าง											
15	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในการทดลองได้เป็นอย่างดี										
16	ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการทดลอง										
17	ทำให้นักเรียนได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการทดลองที่ถูกต้องและครบถ้วน										

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ตอนที่ 3 ประสบการณ์ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง</u>

<u>คำชี้แจง</u> โปรดแสดงความคิดเห็นว่าปัจจัยต่อไปนี้ส่งผลให้ท่านเกิด**<u>ความต้องการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง</u>** ที่ระดับใด

ข้อที่	รายละเอียด	ระดับการประเมิน				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย					
2	มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน					
3	มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ของนักเรียนเบื้องต้น					
4	การออกแบบที่สวยงาม น่าสนใจ					
5	ฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน					
6	สามารถใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม					
7	ความเสถียรของห้องปฏิบัติการการวิทยาศาสตร์เสมือน					
8	สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับนักเรียนในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง					
9	สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา					
10	สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน					
11	สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ได้ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา					
12	สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับนักเรียนได้					

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

.....

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์มา ณ ที่นี้

นายณัฐพล สิงสุข

แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนเคลื่อนที่ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วย 5E เพื่อ
ส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 **ชื่อ** พลังงานความร้อน

เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร (จำนวนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่)

เวลาสอน 100 **นาที**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **วิชา** วิทยาศาสตร์พื้นฐาน **รหัสวิชา** ว21103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 **ภาคเรียนที่** 1 **ปีการศึกษา** 2565

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ (กรณีรายวิชาเพิ่มเติม)

ตัวชี้วัด ม.1/10 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยน สถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และแบบจำลอง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของสสาร การสั่นและการเคลื่อนที่ของอนุภาคทำให้เกิดพลังงานความร้อน (thermal energy) ในสสาร

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (K)

- อธิบายการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสารเนื่องจากได้รับความร้อนจากเทียนไขในจำนวนที่มีความแตกต่างกัน

ทักษะ/กระบวนการ (P)

- ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
- ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จำนวนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร

คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม (A)

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีจิตสาธารณะ
- มีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- มีจิตวิทยาศาสตร์ (ความอยากรู้อยากเห็น, มุ่งมั่นอดทน)

6. สาระการเรียนรู้

เมื่อให้ความร้อนแก่ของแข็ง อนุภาคของของแข็งจะมีพลังงานและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งของแข็งจะใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวว่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว และอุณหภูมิขณะเปลี่ยนสถานะจะคงที่ เรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดหลอมเหลวเมื่อให้ความร้อนแก่ของเหลว อนุภาคของของเหลวจะมีพลังงานและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งของเหลวจะใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส เรียกความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอและอุณหภูมิขณะเปลี่ยนสถานะจะคงที่ เรียกอุณหภูมินี้ว่าจุดเดือด เมื่อทำให้อุณหภูมิของแก๊สลดลงจนถึงระดับหนึ่งแก๊สจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดควบแน่นซึ่งมีอุณหภูมิเดียวกับจุดเดือดของของเหลวนั้น เมื่อทำให้อุณหภูมิของของเหลวลดลงจนถึงระดับหนึ่งของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง เรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดเยือกแข็ง ซึ่งมีอุณหภูมิเดียวกับจุดหลอมเหลวของของแข็งนั้น

7. ภาระงาน/ชิ้นงานที่แสดงผลการเรียนรู้

7.1 กิจกรรมที่ 1 จำนวนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

8. กิจกรรมการเรียนรู้

8.1 การเรียนรู้แบบออนไลน์ (เรียนผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน) 50 นาที

โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. เข้าสู่แอปพลิเคชัน กดเข้าสู่ระบบ

2. เลือกบทเรียนและเรื่องที่จะเรียน

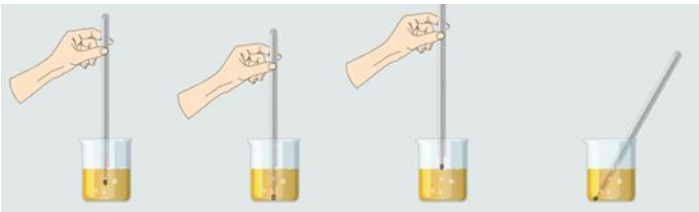
3. เริ่มเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

8.1.1.1 ให้นักเรียนสังเกตภาพ และเลือกตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. วิธีที่แสดงถึงวิธีการวัดอุณหภูมิของของเหลวที่ถูกต้อง



2. ภาพในข้อใดต่อไปนี้ แสดงถึงวิธีการอ่านค่าของเทอร์มอมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

8.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

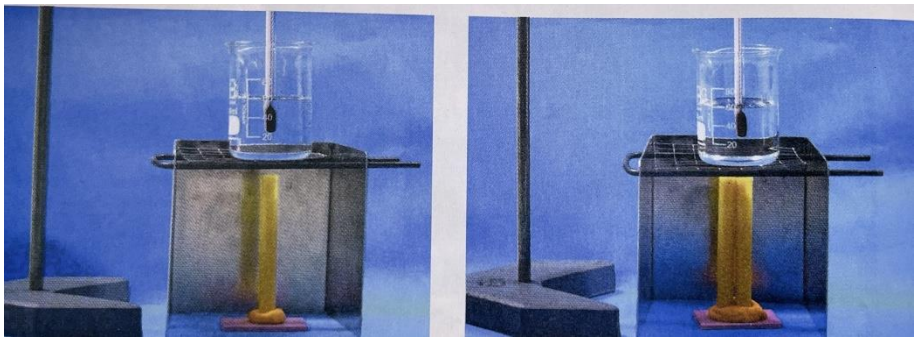
8.1.2.1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ควบคู่กับแอปพลิเคชัน

8.1.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 จำนวนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

โดยให้นักเรียนดูรูปภาพและคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเตรียมการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรและคำนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลอง โดยการเลือกตอบจากข้อความที่ครูกำหนดให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากรูปภาพนักเรียนคิดว่า : จำนวนของเทียนไขมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำหรือไม่



1. การตั้งสมมติฐาน : น้ำที่ได้รับจำนวนเทียนไข_____(มากกว่า/น้อยกว่า)

จะมีอุณหภูมิ_____(มากกว่า/น้อยกว่า)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น : _____(จำนวนเทียนไข/ปริมาณน้ำ/อุณหภูมิของน้ำ)

ตัวแปรตาม : _____(จำนวนเทียนไข/อุณหภูมิของน้ำ/ปริมาณน้ำ)

ตัวแปรควบคุม : _____ (ชนิด ขนาด และความสูงของเทียนไข / อุณหภูมิของน้ำ / ระยะเวลา

ที่ให้ความร้อน/ปริมาณน้ำ)

3. นิยามเชิงปฏิบัติการ : _____(อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเมื่อได้รับความร้อนจากเทียนไข/ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น/อุณหภูมิสูงขึ้นหมายถึงของเหลวสีแดงบนเทอร์โมมิเตอร์เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ)

เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบเสร็จเรียบร้อย ให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

โดยในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

วัสดุ/อุปกรณ์ :

1. น้ำ
2. บีกเกอร์ ขนาด 100 cm3
3. บีกเกอร์ ขนาด 250 cm3
4. เทอร์มอมิเตอร์
5. แท่งแก้วคน
6. กระบอกตวง
7. ขาตั้งพร้อมที่จับ
8. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์
9. เทียนไข
10. เครื่องชั่ง
11. น้ำมันพืช
12. กระดาษกราฟ
13. นาฬิกาจับเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

วิธีการทดลอง (แสดงในใบกิจกรรม)

1. ให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์การทดลองวางไว้ที่พื้นที่การทดลอง (โดยการลากอุปกรณ์ที่ปรากฏบนหน้าจอ)

- ตั้งตะเกียงแอลกอฮอล์ให้ถูกต้อง นำบีกเกอร์ใส่น้ำเปล่า 50 ml ตั้งไว้บนตะแกรงของชุด

ตะเกียงแอลกอฮอล์

- บันทึกอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำในบีกเกอร์

หลังจากนั้นนำเทียนไขจำนวน 1 เล่มเป็นตัวให้ความร้อนสอดเข้าไปใต้ตะเกียงแอลกอฮอล์

- โดยขณะที่ให้ความร้อนแก่น้ำ ใช้แท่งแก้วคนน้ำให้ทั่วบีกเกอร์ตลอดเวลา

2. บันทึกอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ทุก ๆ 30 วินาที เป็นเวลา 3 นาที

3. เปลี่ยนชุดการทดลอง เพิ่มเทียนไขเป็นจำนวน 2 เล่ม แล้วดำเนินการทดลองตามข้อ 1 และ 2

8.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

8.1.3.1 ให้นักเรียนพิมพ์ข้อความสรุปผลการทดลองลงไปในช่องที่กำหนดให้ โดยสรุปผลการทดลองดังต่อไปนี้

"ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำโดยน้ำในบีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไข 2 เล่ม มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่า ในบีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไข 1 เล่ม เมื่อเทียบในขณะ เวลาเดียวกัน"

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8.2 การเรียนรู้แบบออฟไลน์ (เรียนที่ห้องเรียน) 50 นาที

8.2.1 ขั้นขยายความรู้(Elaboration)

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย จากนั้นเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในห้องเรียนที่ได้เรียนผ่านแอปพลิเคชัน ว่าผลการทดลองเกิดการเปลี่ยนเป็นอย่างไร

- นักเรียนนำผลการทดลองที่ได้มาสร้างแบบจำลองในรูปแบบของกราฟ พร้อมทั้งนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียนเป็นรายบุคคล (สุ่มตัวแทน)

- ครูให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป <u>แนวคำตอบ</u> (ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ โดยน้ำในบีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไข 2 เล่ม มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่า ในบีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไข 1 เล่ม เมื่อเทียบในขณะ เวลาเดียวกัน)

8.2.2 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- ครูประเมินผลนักเรียนจากการตอบคำถาม การร่วมกิจกรรม การอภิปราย และการทำกิจกรรม

9. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

9.1 ใบความรู้ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร (ปริมาณความร้อน)

9.2 สื่อ โมไบล์แอปพลิเคชันเรื่อง จำนวนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

9.3 ใบกิจกรรมเรื่อง จำนวนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการพิจารณา	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
จุดประสงค์การเรียนรู้ความรู้ (K) – อธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสสารเนื่องจากได้รับความร้อนจากเทียนไขในจำนวนที่มีความแตกต่างกัน	-ประเมินจากการทำกิจกรรมท้ายบท การตอบคำถาม และการคำนวณ	-แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการ (P) - ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้ - ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จำนวนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสสาร	-ประเมินจากการทำกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม (A) 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีจิตสาธารณะ 4. มีวินัย	- ประเมินจากพฤติกรรมของผู้เรียน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (รายบุคคล)	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมินการนำเสนอโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ RUBRIC SCORE

ระดับคะแนนสิ่งที่ประเมิน	**4 คะแนน (ดีมาก)**	**3 คะแนน (ดี)**	**2 คะแนน (พอใช้)**	**1 คะแนน (ควรปรับปรุง)**
ความถูกต้องของเนื้อหา	ตอบคำถามถูกต้อง 90-100%	ตอบคำถามถูกต้อง 70-80%	ตอบคำถามถูกต้อง 50-60%	ตอบคำถามถูกต้อง ต่ำกว่า 50%
การใช้ภาษา	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 90-100%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 70-80%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 50-60%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง ต่ำกว่า50%
ความตรงต่อเวลา	ส่งงานตามเวลาที่กำหนด	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1-2 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3-4 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 5 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

0-3 คะแนน ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ปรับปรุง

4-6 คะแนน ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง พอใช้

7-9 คะแนน ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดี

10-12 คะแนน ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง ดีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 **ชื่อ** พลังงานความร้อน

เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร (มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่)

เวลาสอน 100 **นาที**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **วิชา** วิทยาศาสตร์พื้นฐาน **รหัสวิชา** ว21103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 **ภาคเรียนที่** 1 **ปีการศึกษา** 2565

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ (กรณีรายวิชาเพิ่มเติม)

ตัวชี้วัด ม.1/10 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยน สถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และแบบจำลอง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของสสาร การสั่นและการเคลื่อนที่ของอนุภาคทำให้เกิดพลังงานความร้อน (thermal energy) ในสสาร

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (K)

- อธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสสารเนื่องจากมวลของน้ำที่มีความแตกต่างกัน

ทักษะ/กระบวนการ (P)

- ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
- ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร

คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม (A)

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีจิตสาธารณะ
- มีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร

- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- มีจิตวิทยาศาสตร์ (ความอยากรู้อยากเห็น, มุ่งมั่นอดทน)

6. สาระการเรียนรู้

เมื่อให้ความร้อนแก่ของแข็ง อนุภาคของของแข็งจะมีพลังงานและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งของแข็งจะใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวว่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว และอุณหภูมิขณะเปลี่ยนสถานะจะคงที่ เรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดหลอมเหลวเมื่อให้ความร้อนแก่ของเหลว อนุภาคของของเหลวจะมีพลังงานและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งของเหลวจะใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส เรียกความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอและอุณหภูมิขณะเปลี่ยนสถานะจะคงที่ เรียกอุณหภูมินี้ว่าจุดเดือด เมื่อทำให้อุณหภูมิของแก๊สลดลงจนถึงระดับหนึ่งแก๊สจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดควบแน่นซึ่งมีอุณหภูมิเดียวกับจุดเดือดของของเหลวนั้น เมื่อทำให้อุณหภูมิของของเหลวลดลงจนถึงระดับหนึ่งของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง เรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดเยือกแข็ง ซึ่งมีอุณหภูมิเดียวกับจุดหลอมเหลวของของแข็งนั้น

7. ภาระงาน/ชิ้นงานที่แสดงผลการเรียนรู้

7.1 กิจกรรมที่ 2 มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

8. กิจกรรมการเรียนรู้

8.1 การเรียนรู้แบบออนไลน์ (เรียนผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน) 50 นาที

โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. เข้าสู่แอปพลิเคชัน กดเข้าสู่ระบบ

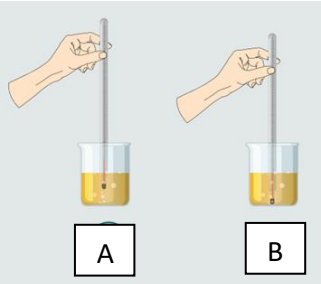
2. เลือกบทเรียนและเรื่องที่จะเรียน

3. เริ่มเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

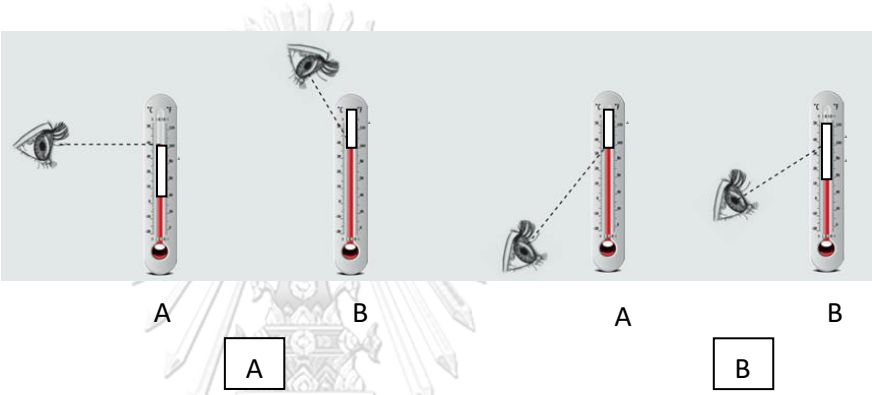
8.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

8.1.1.1 ให้นักเรียนสังเกตภาพ และเลือกตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. มวลของน้ำในบีกเกอร์ A มีมวลเท่ากับ 100 cm3 มวลของน้ำในบีกเกอร์ B มีมวลเท่ากับ 150 cm3 นักเรียนคิดว่าบีกเกอร์ใดเมื่อได้รับความร้อนจะร้อนเร็วที่สุด



2. จากข้อที่ 1 บีกเกอร์ A และ B เมื่อได้รับความร้อนในเวลาเท่ากัน นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิที่ปรากฏบนเทอร์มอมิเตอร์ของบีกเกอร์ A และ B จะเป็นอย่างไร



8.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

8.1.2.1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ควบคู่กับแอปพลิเคชัน

8.1.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

โดยให้นักเรียนดูรูปภาพและคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเตรียมการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรและคำนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลอง โดยการเลือกตอบจากข้อความที่ครูกำหนดให้

จากรูปภาพนักเรียนคิดว่า : มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำหรือไม่

1. การตั้งสมมติฐาน : น้ำที่มีมวล_____(มากกว่า/น้อยกว่า) เมื่อได้รับความร้อน

จะมีอุณหภูมิ_____(สูงกว่า/ต่ำกว่า)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น : _____ (มวลของน้ำ)

ตัวแปรตาม : _____(อุณหภูมิของน้ำ)

ตัวแปรควบคุม : _____ (เทอร์โมมิเตอร์/ตะเกียงแอลกอฮอล์/ขนาดของบีกเกอร์/ชนิดของตัวให้ความร้อน)

3. นิยามเชิงปฏิบัติการ : _____ (อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเมื่อได้รับความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์/อุณหภูมิสูงขึ้นหมายถึงของเหลวสีแดงบนเทอร์โมมิเตอร์เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ)

เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบเสร็จเรียบร้อย ให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

โดยในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

วัสดุ/อุปกรณ์ :

1. น้ำ
2. บีกเกอร์ ขนาด 100 cm3
3. บีกเกอร์ ขนาด 250 cm3
4. เทอร์มอมิเตอร์
5. แท่งแก้วคน
6. กระบอกตวง
7. ขาตั้งพร้อมที่จับ
8. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

CHULALONGKORN UNIVERSITY

9. เทียนไข

10. เครื่องชั่ง

11. น้ำมันพืช

12. กระดาษกราฟ

13. นาฬิกาจับเวลา

ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

วิธีการทดลอง (แสดงในใบกิจกรรม)

1. ให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์การทดลองวางไว้ที่พื้นที่การทดลอง (โดยการลากอุปกรณ์ที่ปรากฏบนหน้าจอ)

2. วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำในบีกเกอร์แต่ละใบ (บันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรม)

3. เริ่มให้ความร้อนแก่น้ำในบีกเกอร์ทั้งสอง โดยให้ความร้อนของบีกเกอร์ที่มีน้ำ 75 ลูกบาศก์เซนติเมตรก่อน โดยขณะให้ความร้อนแก่น้ำ ใช้แท่งแก้วคนน้ำให้ทั่วบีกเกอร์ตลอดเวลา และให้บันทึกอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ทั้งสอง ทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 5 นาที

4. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 โดยให้ความร้อนแก่บีกเกอร์ที่มีน้ำ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ชุดเดิม

8.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

8.1.3.1 ให้นักเรียนพิมพ์ข้อความสรุปผลการทดลองลงไปในช่องที่กำหนดให้ โดยสรุปผลการทดลองดังต่อไปนี้

"มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ โดยน้ำมวล 75 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าน้ำมวล 150 กรัม เมื่อได้รับความร้อนปริมาณเท่ากัน"

8.2 การเรียนรู้แบบออฟไลน์ (เรียนที่ห้องเรียน) 50 นาที

8.2.1 ขั้นขยายความรู้(Elaboration)

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย จากนั้นเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในห้องเรียนที่ได้เรียนผ่านแอปพลิเคชัน ว่าผลการทดลองเกิดการเปลี่ยนเป็นอย่างไร
- นำข้อมูลไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา
- นักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน เป็นรายบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ครูให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป <u>แนวคำตอบ</u> (มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ โดยน้ำมวล 75 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าน้ำมวล 150 กรัม เมื่อได้รับความร้อนปริมาณเท่ากัน)

8.2.2 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- ครูประเมินผลนักเรียนจากการตอบคำถาม การร่วมกิจกรรม การอภิปราย และการทำกิจกรรม

9. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

9.1 ใบความรู้ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร (มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ)

9.2 สื่อ โมไบล์แอปพลิเคชันเรื่อง มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

9.3 ใบกิจกรรมเรื่อง มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการพิจารณา	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
จุดประสงค์การเรียนรู้ความรู้ (K) – อธิบายการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสารเนื่องจากมวลของน้ำที่มีความแตกต่างกัน	-ประเมินจากการทำกิจกรรมท้ายบท การตอบคำถาม และการคำนวณ	-แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการ (P) - ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้ - ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง มวลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร	-ประเมินจากการทำกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม (A) 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีจิตสาธารณะ 4. มีวินัย	- ประเมินจากพฤติกรรมของผู้เรียน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (รายบุคคล)	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินการนำเสนอโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ RUBRIC SCORE

ระดับคะแนนสิ่งที่ประเมิน	**4 คะแนน (ดีมาก)**	**3 คะแนน (ดี)**	**2 คะแนน (พอใช้)**	**1 คะแนน (ควรปรับปรุง)**
ความถูกต้องของเนื้อหา	ตอบคำถามถูกต้อง 90-100%	ตอบคำถามถูกต้อง 70-80%	ตอบคำถามถูกต้อง 50-60%	ตอบคำถามถูกต้อง ต่ำกว่า 50%
การใช้ภาษา	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 90-100%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 70-80%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 50-60%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง ต่ำกว่า50%
ความตรงต่อเวลา	ส่งงานตามเวลาที่กำหนด	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1-2 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3-4 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 5 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

0-3 คะแนน ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ปรับปรุง

4-6 คะแนน ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง พอใช้

7-9 คะแนน ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดี

10-12 คะแนน ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง ดีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 **ชื่อ** พลังงานความร้อน

เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร (ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่)

เวลาสอน 100 **นาที**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **วิชา** วิทยาศาสตร์พื้นฐาน **รหัสวิชา** ว21103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 **ภาคเรียนที่** 1 **ปีการศึกษา** 2565

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ (กรณีรายวิชาเพิ่มเติม)

ตัวชี้วัด ม.1/10 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยน สถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และแบบจำลอง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของสสาร การสั่นและการเคลื่อนที่ของอนุภาคทำให้เกิดพลังงานความร้อน (thermal energy) ในสสาร

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (K)

- อธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสสารเนื่องจากชนิดของสสารที่มีความแตกต่างกัน

ทักษะ/กระบวนการ (P)

- ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
- ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม (A)

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีจิตสาธารณะ
- มีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร

- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- มีจิตวิทยาศาสตร์ (ความอยากรู้อยากเห็น, มุ่งมั่นอดทน)

6. สาระการเรียนรู้

เมื่อให้ความร้อนแก่ของแข็ง อนุภาคของของแข็งจะมีพลังงานและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งของแข็งจะใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวว่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว และอุณหภูมิขณะเปลี่ยนสถานะจะคงที่ เรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดหลอมเหลวเมื่อให้ความร้อนแก่ของเหลว อนุภาคของของเหลวจะมีพลังงานและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งของเหลวจะใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส เรียกความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอและอุณหภูมิขณะเปลี่ยนสถานะจะคงที่ เรียกอุณหภูมินี้ว่าจุดเดือด เมื่อทำให้อุณหภูมิของแก๊สลดลงจนถึงระดับหนึ่งแก๊สจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดควบแน่นซึ่งมีอุณหภูมิเดียวกับจุดเดือดของของเหลวนั้น เมื่อทำให้อุณหภูมิของของเหลวลดลงจนถึงระดับหนึ่งของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง เรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดเยือกแข็ง ซึ่งมีอุณหภูมิเดียวกับจุดหลอมเหลวของของแข็งนั้น

7. ภาระงาน/ชิ้นงานที่แสดงผลการเรียนรู้

7.1 กิจกรรมที่ 3 ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

8. กิจกรรมการเรียนรู้

8.1 การเรียนรู้แบบออนไลน์ (เรียนผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน) 50 นาที

โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. เข้าสู่แอปพลิเคชัน กดเข้าสู่ระบบ

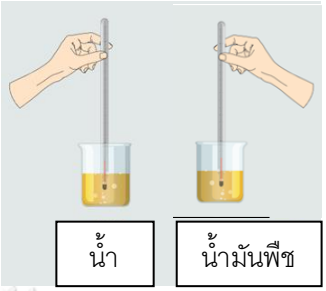
2. เลือกบทเรียนและเรื่องที่จะเรียน

3. เริ่มเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

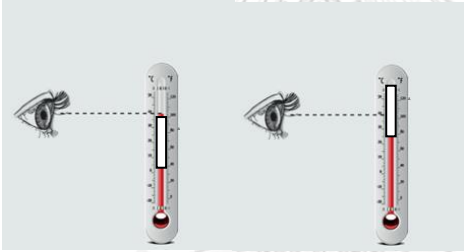
8.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

8.1.1.1 ให้นักเรียนสังเกตภาพ และเลือกตอบคำถามให้ถูกต้อง

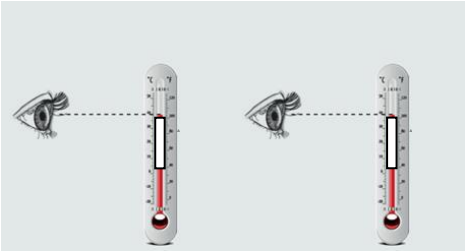
1. ระหว่างน้ำกับน้ำมันพืช นักเรียนคิดว่าเมื่อได้รับความร้อนเท่ากันสสารใดจะมีอุณหภูมิสูงที่สุด



2. นักเรียนคิดว่าสสารที่แตกต่างกันเมื่อได้รับความร้อนที่เท่ากันนักเรียนคิดว่าจะเป็นดังข้อใด



A



B

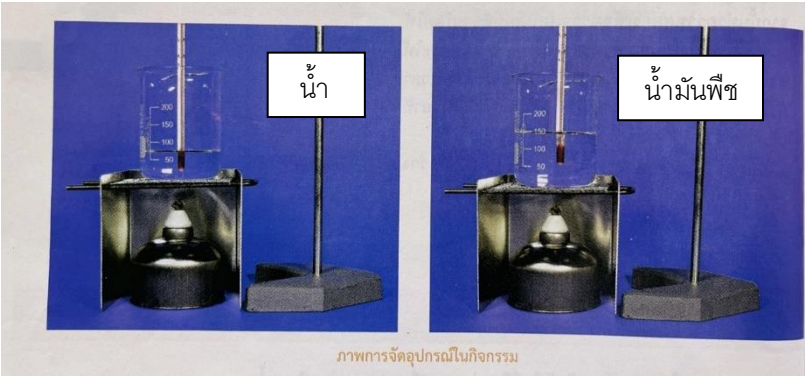
8.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

8.1.2.1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ควบคู่กับแอปพลิเคชัน

8.1.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3 ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

โดยให้นักเรียนดูรูปภาพและคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเตรียมการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรและคำนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลอง โดยการเลือกตอบจากข้อความที่ครูกำหนดให้

จากรูปภาพนักเรียนคิดว่า : สารต่างชนิดเมื่อได้รับความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแตกต่างกันหรือไม่



1. การตั้งสมมติฐาน : สสารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อนเท่ากันจะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่_____(เหมือนกัน/ต่างกัน)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น : _____ (ชนิดของสสาร)

ตัวแปรตาม : _____(อุณหภูมิของสสาร)

ตัวแปรควบคุม : _____ (ปริมาณของเหลวในบีกเกอร์/ขนาดของบีกเกอร์/ชนิดของตัวให้ความร้อนเทอร์โมมิเตอร์/ตะเกียงแอลกอฮอล์)

3. นิยามเชิงปฏิบัติการ : _____ (สสารมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเมื่อได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิจะสูงขึ้น)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบเสร็จเรียบร้อย ให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

โดยในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

วัสดุ/อุปกรณ์ :

1. น้ำ
2. บีกเกอร์ ขนาด 100 cm3
3. บีกเกอร์ ขนาด 250 cm3
4. เทอร์มอมิเตอร์
5. แท่งแก้วคน
6. กระบอกตวง

7. ขาตั้งพร้อมที่จับ

8. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

9. เทียนไข

10. เครื่องชั่ง

11. น้ำมันพืช

12. กระดาษกราฟ

13. นาฬิกาจับเวลา

ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

วิธีการทดลอง (แสดงในใบกิจกรรม)

1. วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของสสารในบีกเกอร์แต่ละใบ ซึ่งได้แก่ บีกเกอร์น้ำ และบีกเกอร์น้ำมันพืช (บันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรม)

2. เริ่มให้ความร้อนแก่สสารในบีกเกอร์ทั้งสอง โดยให้ความร้อนของบีกเกอร์น้ำมันพืชก่อน โดยขณะให้ความร้อนแก่น้ำมันพืช ใช้แท่งแก้วคนสสารให้ทั่วบีกเกอร์ตลอดเวลา และให้บันทึกอุณหภูมิของสสารในบีกเกอร์ ทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 5 นาที

3. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 โดยให้ความร้อนแก่บีกเกอร์น้ำ ด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ชุดเดิม

8.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

8.1.3.1 ให้นักเรียนพิมพ์ข้อความสรุปผลการทดลองลงไปในช่องที่กำหนดให้ โดยสรุปผลการทดลองดังต่อไปนี้

"ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเมื่อเวลาผ่านไปกลีเซอรอลหรือน้ำมันพืชมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำ"

8.2 การเรียนรู้แบบออฟไลน์ (เรียนที่ห้องเรียน) 50 นาที

8.2.1 ขั้นขยายความรู้(Elaboration)

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย จากนั้นเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในห้องเรียนที่ได้เรียนผ่านแอปพลิเคชัน ว่าผลการทดลองเกิดการเปลี่ยนเป็นอย่างไร
- นำข้อมูลไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา
- นักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน เป็นรายบุคคล
- ครูให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป <u>แนวคำตอบ</u> (ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเมื่อเวลาผ่านไปกลีเซอรอลหรือน้ำมันพืชมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำ)

8.2.2 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- ครูประเมินผลนักเรียนจากการตอบคำถาม การร่วมกิจกรรม การอภิปราย และการทำกิจกรรม

9. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

9.1 ใบความรู้ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร (ชนิดของสสารมีผลต่อการ
เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเมื่อเวลาผ่านไปกลีเซอรอลหรือน้ำมันพืชมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำ)

9.2 สื่อ โมไบล์แอปพลิเคชันเรื่อง ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

9.3 ใบกิจกรรมเรื่อง ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการพิจารณา	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
จุดประสงค์การเรียนรู้ความรู้ (K) – อธิบายการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสารเนื่องจากชนิดของสสารที่มีความแตกต่างกัน	-ประเมินจากการทำกิจกรรมท้ายบท การตอบคำถาม และการคำนวณ	-แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการ (P) - ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้ - ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร	-ประเมินจากการทำกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	-แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม (A) 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีจิตสาธารณะ 4. มีวินัย	- ประเมินจากพฤติกรรมของผู้เรียน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (รายบุคคล)	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินการนำเสนอโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ RUBRIC SCORE

ระดับคะแนนสิ่งที่ประเมิน	**4 คะแนน (ดีมาก)**	**3 คะแนน (ดี)**	**2 คะแนน (พอใช้)**	**1 คะแนน (ควรปรับปรุง)**
ความถูกต้องของเนื้อหา	ตอบคำถามถูกต้อง 90-100%	ตอบคำถามถูกต้อง 70-80%	ตอบคำถามถูกต้อง 50-60%	ตอบคำถามถูกต้อง ต่ำกว่า 50%
การใช้ภาษา	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 90-100%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 70-80%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 50-60%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง ต่ำกว่า50%
ความตรงต่อเวลา	ส่งงานตามเวลาที่กำหนด	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1-2 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3-4 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 5 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

0-3 คะแนน ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ปรับปรุง

4-6 คะแนน ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง พอใช้

7-9 คะแนน ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดี

10-12 คะแนน ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง ดีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 **ชื่อ** พลังงานความร้อน

เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร (ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ)

เวลาสอน 100 **นาที**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **วิชา** วิทยาศาสตร์พื้นฐาน **รหัสวิชา** ว21103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 **ภาคเรียนที่** 1 **ปีการศึกษา** 2565

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ (กรณีรายวิชาเพิ่มเติม)

ตัวชี้วัด ม.1/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร เนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความร้อนทำให้สสารขยายตัวหรือหดตัวได้ เนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัว แต่เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้เกิดการหดตัว

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (K)

- อธิบายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ

ทักษะ/กระบวนการ (P)

- ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
- ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ

คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม (A)

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีจิตสาธารณะ
- มีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- มีจิตวิทยาศาสตร์ (ความอยากรู้อยากเห็น, มุ่งมั่นอดทน)

6. สาระการเรียนรู้

เมื่ออนุภาคของแก๊สได้รับความร้อน จะพลังงานเพิ่มขึ้น เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น แต่เมื่ออนุภาคของแก๊สสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้เคลื่อนที่ได้ช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้แก๊สหดตัวมีปริมาณลดลง

เมื่ออนุภาคของของเหลวได้รับความร้อนจะมีพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้เคลื่อนที่ได้เร็ว มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยลง ของเหลวจึงมีการขยายตัวมีปริมาตรเพิ่มขึ้น แต่เมื่ออนุภาคของของเหลวสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้เคลื่อนที่ได้ช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้ของเหลวหดตัวมีปริมาตรลดลง

เมื่ออนุภาคของของแข็งได้รับความร้อนจะมีพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้สั่นเร็วขึ้น มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยลง แต่เมื่ออนุภาคของของแข็งสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้สั่นช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้ของแข็งหดตัวมีปริมาตรลดลง การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของสสารในสถานะของแข็งจึงมีขนาดน้อยกว่าสสารในสถานะของเหลวและแก๊ส

7. ภาระงาน/ชิ้นงานที่แสดงผลการเรียนรู้

7.1 กิจกรรมที่ 4 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ

8. กิจกรรมการเรียนรู้

8.1 การเรียนรู้แบบออนไลน์ (เรียนผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน) 50 นาที

โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. เข้าสู่แอปพลิเคชัน กดเข้าสู่ระบบ

2. เลือกบทเรียนและเรื่องที่จะเรียน

3. เริ่มเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

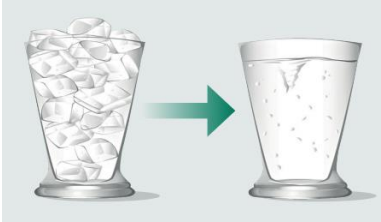
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

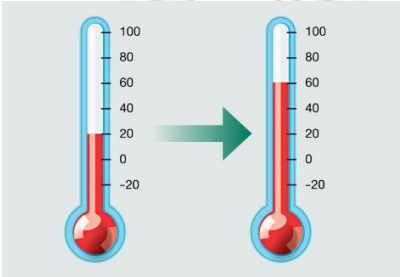
8.1.1.1 ให้นักเรียนสังเกตภาพ และเลือกตอบคำถามให้ถูกต้อง

ข้อที่ 1 ทำเครื่องหมายถูกต้องหน้าเหตุการณ์ที่แสดงว่าสสารได้รับความร้อน

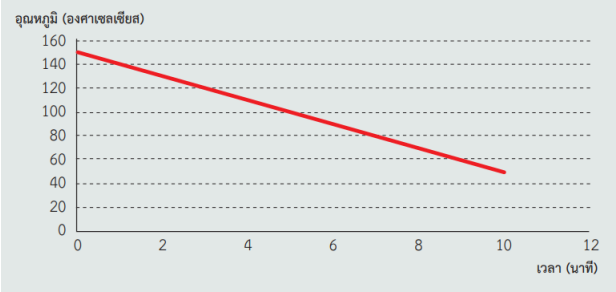
☐ น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะดังภาพ



☐ เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิสสารได้ดังภาพ



☐ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณภูมิกับเวลาของสารชนิดหนึ่งเป็นดังภาพ



8.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

8.1.2.1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ควบคู่กับแอปพลิเคชัน

8.1.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 4 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ

โดยให้นักเรียนดูรูปภาพและคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเตรียมการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรและคำนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลอง โดยการเลือกตอบจากข้อความที่ครูกำหนดให้

จากรูปภาพนักเรียนคิดว่า : เมื่อลูกโป่งที่ครอบบนปากขวดนำไปวางไว้ในขันพลาสติกที่มีน้ำร้อนและน้ำแข็งผลการเปลี่ยนแปลงของลูกโป่งจะแตกต่างกันหรือไม่

1. การตั้งสมมติฐาน : เมื่อนำไปวางไว้ในน้ำร้อนหรือทำให้อากาศภายในได้รับความร้อนลูกโป่งจะเกิดการ

_____(ขยายตัว/หดตัว) และเมื่อนำไปวางไว้ในน้ำแข็งหรือทำให้อากาศภายในสูญเสียความร้อนลูกโป่งจะเกิดการ_____(ขยายตัว/หดตัว)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น : _____ (อุณหภูมิความร้อนและความเย็น)

ตัวแปรตาม : _____(การขยายและการหดตัวของอากาศ)

ตัวแปรควบคุม : _____ (ขนาดของความสูงของน้ำแข็งและน้ำร้อน /ระยะเวลาที่ให้ความร้อนและความเย็น/ขนาดของลูกโป่ง)

3. นิยามเชิงปฏิบัติการ : _____(การขยายตัวและการหดตัวคือการที่ลูกโป่งได้รับความร้อนจะเกิดขยายตัวและเมื่อได้รับความเย็นจะเกิดการหดตัว/การขยายตัวหมายถึงการที่ลูกโป่งพองตัว การหดตัวหมายถึงการที่ลูกโป่งเหี่ยวตัวลง)

เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบเสร็จเรียบร้อย ให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

โดยในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

วัสดุ/อุปกรณ์ :

1. ขวดแก้วหรือขวดพลาสติก
2. บีกเกอร์ ขนาด 250 cm3
3. ลูกโป่ง
4. ขันพลาสติก
5. ขวดรูปกรวย ขนาด 125 cm3

6. น้ำสี

7. หลอดแก้วนำแก๊ส

8. จุกยางเจาะรู

9. น้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 80%

10. น้ำแข็ง

11. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

12. วงแหวนและลูกกลมโลหะ

(แสดงอุปกรณ์เหล่านี้เป็นรูปภาพและมีชื่อตามนี้บนที่เก็บอุปกรณ์)

ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

วิธีการทดลอง (แสดงในใบกิจกรรม)

1. ครอบลูกโป่งบนปากขวดแก้วหรือขวดพลาสติกให้มีอากาศภายในลูกโป่งเล็กน้อย สังเกตและบันทึกผล

2. นำขวดแก้วหรือขวดพลาสติกจากข้อ 1 ไปวางในขันพลาสติกที่มีน้ำร้อน สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล

3. นำขวดแก้วหรือขวดพลาสติกจากข้อ 2 ไปวางในขันพลาสติกที่มีน้ำแข็ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล

8.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

8.1.3.1 ให้นักเรียนพิมพ์ข้อความสรุปผลการทดลองลงไปในช่องที่กำหนดให้ โดยสรุปผลการทดลองดังต่อไปนี้

"ในขวดที่มีลูกโป่งครอบดังนั้นจะมีอากาศ และเมื่ออากาศได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและขยายตัว ในทางตรงกันข้ามเมื่ออากาศสูญเสียความร้อนจะมีปริมาตรลดลงและหดตัวซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคของสสาร"

8.2 การเรียนรู้แบบออฟไลน์ (เรียนที่ห้องเรียน) 50 นาที

8.2.1 ขั้นขยายความรู้(Elaboration)

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย จากนั้นเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในห้องเรียนที่ได้เรียนผ่านแอปพลิเคชัน ว่าผลการทดลองเกิดการเปลี่ยนเป็นอย่างไร

- นำข้อมูลไปวาดภาพสร้างแบบจำลองแสดงการเปลี่ยนแปลงของการจัดเรียนอนุภาคของอากาศในขวดแก้ว

- นักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน เป็นรายบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ครูให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป แนวคำตอบ (ในขวดที่มีลูกโป่งครอบดังนั้นจะมีอากาศ และเมื่ออากาศได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและขยายตัว ในทางตรงกันข้ามเมื่ออากาศสูญเสียความร้อนจะมีปริมาตรลดลงและหดตัวซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคของสสาร)

8.2.2 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- ครูประเมินผลนักเรียนจากการตอบคำถาม การร่วมกิจกรรม การอภิปราย และการทำกิจกรรม

9. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

9.1 ใบความรู้ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร (ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ)

9.2 สื่อ โมไบล์แอปพลิเคชันเรื่อง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ

9.3 ใบกิจกรรมเรื่อง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ

10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการพิจารณา	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
จุดประสงค์การเรียนรู้ความรู้ (K) – อธิบายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ	-ประเมินจากการทำกิจกรรมท้ายบท การตอบคำถาม และการคำนวณ	-แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการ (P) - ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้ - ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ	-ประเมินจากการทำกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	-แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม (A) 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีจิตสาธารณะ 4. มีวินัย	- ประเมินจากพฤติกรรมของผู้เรียน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (รายบุคคล)	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ RUBRIC SCORE

ระดับคะแนนสิ่งที่ประเมิน	**4 คะแนน (ดีมาก)**	**3 คะแนน (ดี)**	**2 คะแนน (พอใช้)**	**1 คะแนน (ควรปรับปรุง)**
ความถูกต้องของเนื้อหา	ตอบคำถามถูกต้อง 90-100%	ตอบคำถามถูกต้อง 70-80%	ตอบคำถามถูกต้อง 50-60%	ตอบคำถามถูกต้อง ต่ำกว่า 50%
การใช้ภาษา	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 90-100%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 70-80%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 50-60%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง ต่ำกว่า50%
ความตรงต่อเวลา	ส่งงานตามเวลาที่กำหนด	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1-2 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3-4 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 5 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

0-3 คะแนน ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ปรับปรุง

4-6 คะแนน ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง พอใช้

7-9 คะแนน ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดี

10-12 คะแนน ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง ดีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 **ชื่อ** พลังงานความร้อน

เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร (ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำ)

เวลาสอน 100 **นาที**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **วิชา** วิทยาศาสตร์พื้นฐาน **รหัสวิชา** ว21103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 **ภาคเรียนที่** 1 **ปีการศึกษา** 2565

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

ตัวชี้วัด ม.1/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร เนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความร้อนทำให้สสารขยายตัวหรือหดตัวได้ เนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัว แต่เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้เกิดการหดตัว

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (K)

- อธิบายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำ

ทักษะ/กระบวนการ (P)

- ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
- ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำ

คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม (A)

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีจิตสาธารณะ
- มีวินัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- มีจิตวิทยาศาสตร์ (ความอยากรู้อยากเห็น, มุ่งมั่นอดทน)

6. สาระการเรียนรู้

เมื่ออนุภาคของแก๊สได้รับความร้อน จะพลังงานเพิ่มขึ้น เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น แต่เมื่ออนุภาคของแก๊สสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้เคลื่อนที่ได้ช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้แก๊สหดตัวมีปริมาณลดลง

เมื่ออนุภาคของของเหลวได้รับความร้อนจะมีพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้เคลื่อนที่ได้เร็ว มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยลง ของเหลวจึงมีการขยายตัวมีปริมาตรเพิ่มขึ้น แต่เมื่ออนุภาคของของเหลวสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้เคลื่อนที่ได้ช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้ของเหลวหดตัวมีปริมาตรลดลง

เมื่ออนุภาคของของแข็งได้รับความร้อนจะมีพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้สั่นเร็วขึ้น มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยลง แต่เมื่ออนุภาคของของแข็งสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้สั่นช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้ของแข็งหดตัวมีปริมาตรลดลง การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของสสารในสถานะของแข็งจึงมีขนาดน้อยกว่าสสารในสถานะของเหลวและแก๊ส

7. ภาระงาน/ชิ้นงานที่แสดงผลการเรียนรู้

7.1 กิจกรรมที่ 5 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำ

8. กิจกรรมการเรียนรู้

8.1 การเรียนรู้แบบออนไลน์ (เรียนผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน) 50 นาที

โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. เข้าสู่แอปพลิเคชัน กดเข้าสู่ระบบ

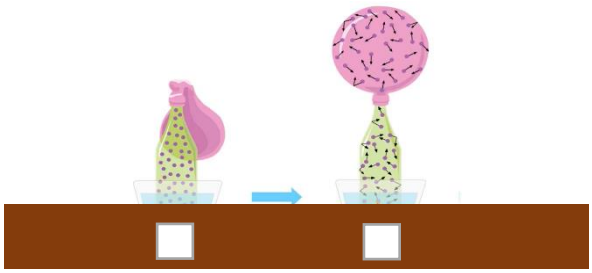
2. เลือกบทเรียนและเรื่องที่จะเรียน

3. เริ่มเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

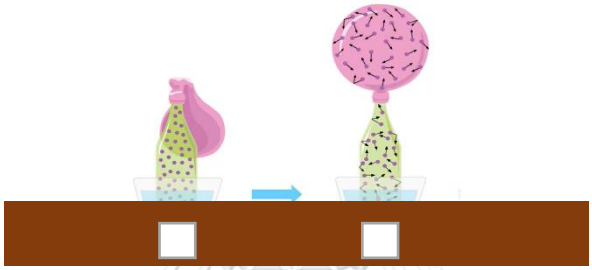
8.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

8.1.1.1 ให้นักเรียนสังเกตภาพ และเลือกตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. ทำเครื่องหมายถูกต้องหน้าเหตุการณ์ที่แสดงว่า เมื่ออากาศได้รับความร้อน



2. ทำเครื่องหมายถูกต้องหน้าเหตุการณ์ที่แสดงว่า เมื่ออากาศสูญเสียความร้อน



8.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

8.1.2.1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ควบคู่กับแอปพลิเคชัน

8.1.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำ

โดยให้นักเรียนดูรูปภาพและคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเตรียมการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรและคำนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลอง โดยการเลือกตอบจากข้อความที่ครูกำหนดให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากรูปภาพนักเรียนคิดว่า : เมื่อนำน้ำสีไปแช่ในน้ำร้อนหรือให้ความร้อนและนำไปแช่ในน้ำแข็งหรือให้ความเย็นผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำสีจะแตกต่างกันหรือไม่

1. การตั้งสมมติฐาน : เมื่อของเหลวได้รับความร้อนระดับขีดของน้ำสีจะ_____(ต่ำลง/สูงขึ้น) และเมื่อนำไปวางไว้ในน้ำแข็งหรือทำให้ของเหลวสูญเสียความร้อนระดับขีดของน้ำสีจะ_____(ต่ำลง/สูงขึ้น)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น : _____ (อุณหภูมิความร้อนและความเย็น)

ตัวแปรตาม : _____(การขยายตัวและการหดตัวของน้ำสีหรือของเหลว)

ตัวแปรควบคุม : _____ (ระดับเริ่มต้นของน้ำสี /มวลของน้ำสี/ระยะเวลาที่ให้ความร้อนและความเย็น)

3. นิยามเชิงปฏิบัติการ : _____(การขยายตัวและการหดตัวคือการที่น้ำได้รับความร้อนจะเกิดขยายตัวระดับน้ำในหลอดจะสูงขึ้นและเมื่อได้รับความเย็นจะเกิดการหดตัวระดับน้ำในหลอดจะลดลง/การขยายตัวหมายถึงการที่น้ำสีในหลอดจะสูงขึ้น การหดตัวหมายถึงการที่น้ำสีในหลอดจะลดลง)

เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบเสร็จเรียบร้อย ให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

โดยในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

วัสดุ/อุปกรณ์ :

1. ขวดแก้วหรือขวดพลาสติก
2. บีกเกอร์ ขนาด 250 cm3
3. ลูกโป่ง
4. ขันพลาสติก
5. ขวดรูปกรวย ขนาด 125 cm3
6. น้ำสี
7. หลอดแก้วนำแก๊ส
8. จุกยางเจาะรู
9. น้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 80%
10. น้ำแข็ง
11. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์
12. วงแหวนและลูกกลมโลหะ

(แสดงอุปกรณ์เหล่านี้เป็นรูปภาพและมีชื่อตามนี้บนที่เก็บอุปกรณ์)

ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

วิธีการทดลอง (แสดงในใบกิจกรรม)

1. ใส่น้ำสีลงในขวดรูปกรวย 2 ใบจนเต็ม

2. เสียบหลอดนำแก๊สลงในจุกยางแล้วนำไปปิดขวดรูปกรวยให้แน่น อย่าให้มีฟองอากาศภายในรูปขวดกรวย

3. ขยับจุกยาง ให้ระดับของน้ำสีในหลอดแก้วนำแก๊สสูงจากจุกยางประมาณ 2-3 เซนติเมตรเท่ากัน บันทึกระดับความสูงของน้ำสี

4. จากนั้นให้ความร้อนแก่ขวดรูปกรวยใบที่ 1 ส่วนอีกใบหนึ่งนำไปแช่ในน้ำแข็งเป็นเวลา 3 นาทีเท่ากัน สังเกตและวัดระดับความสูงของน้ำสี สังเกตและบันทึกผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

8.1.3.1 ให้นักเรียนพิมพ์ข้อความสรุปผลการทดลองลงไปในช่องที่กำหนดให้ โดยสรุปผลการทดลองดังต่อไปนี้

"เมื่อน้ำสีหรือของเหลวได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและขยายตัว ระดับของเหลวในหลอดนำแก๊สจะสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อน้ำสีหรือของเหลวสูญเสียความร้อนจะมีปริมาตรลดลงและหดตัว ระดับของเหลวในหลอดนำแก๊สจะลดต่ำขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคของสสาร"

8.2 การเรียนรู้แบบออฟไลน์ (เรียนที่ห้องเรียน) 50 นาที

8.2.1 ขั้นขยายความรู้(Elaboration)

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย จากนั้นเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในห้องเรียนที่ได้เรียนผ่านแอปพลิเคชัน ว่าผลการทดลองเกิดการเปลี่ยนเป็นอย่างไร
- นำข้อมูลไปวาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของการจัดเรียนอนุภาคของน้ำในขวดรูปกรวยเมื่อให้ความร้อนและนำไปแช่ในน้ำแข็งตามลำดับ
- นักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน เป็นรายบุคคล
- ครูให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป <u>แนวคำตอบ</u> (เมื่อน้ำสีหรือของเหลวได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและขยายตัว ระดับของเหลวในหลอดนำแก๊สจะสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อน้ำสีหรือของเหลวสูญเสียความร้อนจะมีปริมาตรลดลงและหดตัว ระดับของเหลวในหลอดนำแก๊สจะลดต่ำขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคของสสาร)

8.2.2 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- ครูประเมินผลนักเรียนจากการตอบคำถาม การร่วมกิจกรรม การอภิปราย และการทำกิจกรรม

9. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

9.1 ใบความรู้ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร (ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำ)

9.2 สื่อ โมไบล์แอปพลิเคชันเรื่อง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำ

9.3 ใบกิจกรรมเรื่อง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำ

10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการพิจารณา	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
จุดประสงค์การเรียนรู้ความรู้ (K) – อธิบายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำ	-ประเมินจากการทำกิจกรรมท้ายบท การตอบคำถาม และการคำนวณ	-แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการ (P) - ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้ - ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำ	-ประเมินจากการทำกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	-แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม (A) 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีจิตสาธารณะ 4. มีวินัย	- ประเมินจากพฤติกรรมของผู้เรียน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (รายบุคคล)	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินการนำเสนอโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ RUBRIC SCORE

ระดับคะแนนสิ่งที่ประเมิน	**4 คะแนน (ดีมาก)**	**3 คะแนน (ดี)**	**2 คะแนน (พอใช้)**	**1 คะแนน (ควรปรับปรุง)**
ความถูกต้องของเนื้อหา	ตอบคำถามถูกต้อง 90-100%	ตอบคำถามถูกต้อง 70-80%	ตอบคำถามถูกต้อง 50-60%	ตอบคำถามถูกต้อง ต่ำกว่า 50%
การใช้ภาษา	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 90-100%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 70-80%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 50-60%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง ต่ำกว่า50%
ความตรงต่อเวลา	ส่งงานตามเวลาที่กำหนด	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1-2 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3-4 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 5 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

0-3 คะแนน ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ปรับปรุง

4-6 คะแนน ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง พอใช้

7-9 คะแนน ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดี

10-12 คะแนน ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง ดีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 **ชื่อ** พลังงานความร้อน

เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร (ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแข็ง)

เวลาสอน 100 **นาที**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **วิชา** วิทยาศาสตร์พื้นฐาน **รหัสวิชา** ว21103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 **ภาคเรียนที่** 1 **ปีการศึกษา** 2565

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

ตัวชี้วัด ม.1/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร เนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความร้อนทำให้สสารขยายตัวหรือหดตัวได้ เนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัว แต่เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้เกิดการหดตัว

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (K)

- อธิบายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแข็ง

ทักษะ/กระบวนการ (P)

- ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
- ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแข็ง

คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม (A)

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีจิตสาธารณะ
- มีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- มีจิตวิทยาศาสตร์ (ความอยากรู้อยากเห็น, มุ่งมั่นอดทน)

6. สาระการเรียนรู้

เมื่ออนุภาคของแก๊สได้รับความร้อน จะพลังงานเพิ่มขึ้น เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น แต่เมื่ออนุภาคของแก๊สสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้เคลื่อนที่ได้ช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้แก๊สหดตัวมีปริมาณลดลง

เมื่ออนุภาคของของเหลวได้รับความร้อนจะมีพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้เคลื่อนที่ได้เร็ว มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยลง ของเหลวจึงมีการขยายตัวมีปริมาตรเพิ่มขึ้น แต่เมื่ออนุภาคของของเหลวสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้เคลื่อนที่ได้ช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้ของเหลวหดตัวมีปริมาตรลดลง

เมื่ออนุภาคของของแข็งได้รับความร้อนจะมีพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้สั่นเร็วขึ้น มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยลง แต่เมื่ออนุภาคของของแข็งสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้สั่นช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้ของแข็งหดตัวมีปริมาตรลดลง การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของสสารในสถานะของแข็งจึงมีขนาดน้อยกว่าสสารในสถานะของเหลวและแก๊ส

7. ภาระงาน/ชิ้นงานที่แสดงผลการเรียนรู้

7.1 กิจกรรมที่ 6 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแข็ง

8. กิจกรรมการเรียนรู้

8.1 การเรียนรู้แบบออนไลน์ (เรียนผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน) 50 นาที

โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. เข้าสู่แอปพลิเคชัน กดเข้าสู่ระบบ

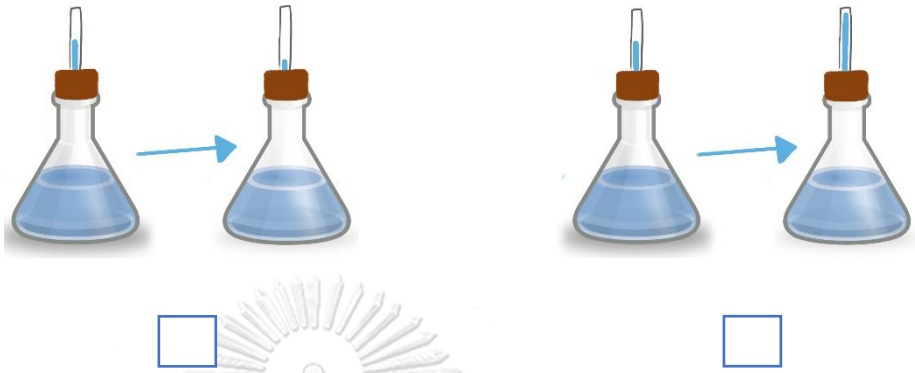
2. เลือกบทเรียนและเรื่องที่จะเรียน

3. เริ่มเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

8.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

8.1.1.1 ให้นักเรียนสังเกตภาพ และเลือกตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. ทำเครื่องหมายถูกต้องหน้าเหตุการณ์ที่แสดงว่า เมื่อน้ำหรือของเหลวได้รับความร้อน



2. ทำเครื่องหมายถูกต้องหน้าเหตุการณ์ที่แสดงว่า เมื่อน้ำหรือของเหลวสูญเสียความร้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

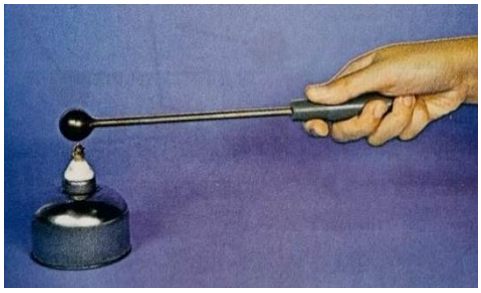
8.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

8.1.2.1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ควบคู่กับแอปพลิเคชัน

8.1.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแข็ง

โดยให้นักเรียนดูรูปภาพและคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเตรียมการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรและคำนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลอง โดยการเลือกตอบจากข้อความที่ครูกำหนดให้

จากรูปภาพนักเรียนคิดว่า : เมื่อนำลูกเหล็กไปให้ความร้อนและนำไปแช่ในน้ำแข็ง และนำไปลอดวงแหวนเหล็ก ผลการเปลี่ยนแปลงของลูกเหล็กและการลอดวงแหวนเหล็กจะเป็นอย่างไร



1. การตั้งสมมติฐาน : เมื่อลูกเหล็กได้รับความร้อนลูกเหล็กจะเกิดการ_____(ขยายตัว/หดตัว) และเมื่อลูกเหล็กสูญเสียความร้อนลูกเหล็กจะเกิดการ_____(ขยายตัว/หดตัว)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น : _____ (อุณหภูมิความร้อนและความเย็น)

ตัวแปรตาม : _____(การขยายตัวและการหดตัวของลูกเหล็กหรือของแข็ง)

ตัวแปรควบคุม : _____ (ขนาดของห่วง/ระยะเวลาที่ให้ความร้อนและความเย็น)

3. นิยามเชิงปฏิบัติการ : _____ (ลูกเหล็กหรือของแข็ง เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัว เมื่อสูญเสียความร้อนจะหดตัว/การขยายตัวหมายถึงการที่ลูกเหล็กจะไม่สามารถลอดห่วงได้ การหดตัวหมายถึงการที่ลูกเหล็กสามารถลอดผ่านห่วงได้)

เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบเสร็จเรียบร้อย ให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

โดยในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

วัสดุ/อุปกรณ์ :

1. ขวดแก้วหรือขวดพลาสติก
2. บีกเกอร์ ขนาด 250 cm3
3. ลูกโป่ง
4. ขันพลาสติก
5. ขวดรูปกรวย ขนาด 125 cm3
6. น้ำสี
7. หลอดแก้วนำแก๊ส

8. จุกยางเจาะรู

9. น้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 80%

10. น้ำแข็ง

11. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

12. วงแหวนและลูกกลมโลหะ

(แสดงอุปกรณ์เหล่านี้เป็นรูปภาพและมีชื่อตามนี้บนที่เก็บอุปกรณ์)

ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

วิธีการทดลอง (แสดงในใบกิจกรรม)

1. นำลูกเหล็กลอดผ่านวงแหวนเหล็ก สังเกตการเคลื่อนที่ของลูกเหล็กผ่านวงแหวนเหล็ก บันทึกผล

2. ให้ความร้อนแก่ลูกเหล็กโดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ประมาณ 2 นาที

3. นำลูกเหล็กที่ได้ผ่านความร้อนมาลอดวงแหวนเหล็กอีกครั้ง สังเกตการเคลื่อนที่ลูกกลมเหล็กผ่านวงแหวนเหล็ก บันทึกผล

4. นำลูกเหล็กไปแช่น้ำประมาณ 2 นาที

5. นำลูกเหล็กที่ถูกทำให้เย็นลอดผ่านวงแหวนเหล็กอีกครั้ง สังเกตการเคลื่อนที่ลูกกลมเหล็กผ่านวงแหวนเหล็ก บันทึกผล

8.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

8.1.3.1 ให้นักเรียนพิมพ์ข้อความสรุปผลการทดลองลงไปในช่องที่กำหนดให้ โดยสรุปผลการทดลองดังต่อไปนี้

“เมื่อลูกเหล็กได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและขยายตัว ทำให้ลูกกลมเหล็กไม่สามารถลอดผ่านวงแหวนเหล็กได้ ในทางตรงกันข้ามเมื่อลูกเหล็กสูญเสียความร้อนจะมีปริมาตรลดลงและหดตัว ซึ่งทำให้ลูกกลมเหล็กสามารถลอดผ่านวงแหวนเหล็กได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคของสสาร”

8.2 การเรียนรู้แบบออฟไลน์ (เรียนที่ห้องเรียน) 50 นาที

8.2.1 ขั้นขยายความรู้(Elaboration)

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย จากนั้นเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในห้องเรียนที่ได้เรียนผ่านแอปพลิเคชัน ว่าผลการทดลองเกิดการเปลี่ยนเป็นอย่างไร

- นำข้อมูลไปวาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของลูกกลมเหล็กเมื่อให้ความร้อนและนำไปแช่ในน้ำแข็งตามลำดับ และนำไปลอดวงแหวนเพื่อตรวจสอบการหดตัวและการขยายตัวของลูกเหล็ก

- นักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน เป็นรายบุคคล

- ครูให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป <u>แนวคำตอบ</u> (เมื่อลูกเหล็กได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและขยายตัว ทำให้ลูกกลมเหล็กไม่สามารถลอดผ่านวงแหวนเหล็กได้ ในทางตรงกันข้ามเมื่อลูกเหล็กสูญเสียความร้อนจะมีปริมาตรลดลงและหดตัว ซึ่งทำให้ลูกกลมเหล็กสามารถลอดผ่านวงแหวนเหล็กได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคของสสาร)

8.2.2 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- ครูประเมินผลนักเรียนจากการตอบคำถาม การร่วมกิจกรรม การอภิปราย และการทำกิจกรรม

9. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

9.1 ใบความรู้ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร (ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแข็ง)

9.2 สื่อ โมไบล์แอปพลิเคชันเรื่อง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแข็ง

9.3 ใบกิจกรรมเรื่อง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแข็ง

10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการพิจารณา	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
จุดประสงค์การเรียนรู้ความรู้ (K) – อธิบายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแข็ง	-ประเมินจากการทำกิจกรรมท้ายบท การตอบคำถาม และการคำนวณ	-แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง
จุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการ (P) - ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และคำนิยามเชิงปฏิบัติการได้ - ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแข็ง	-ประเมินจากการทำกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	-แบบประเมินการนำเสนอโดยการประเมินแบบ RUBRIC SCORE	4 = ดีมาก 3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง

จุดประสงค์การเรียนรู้คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม (A) 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีจิตสาธารณะ 4. มีวินัย	- ประเมินจาก พฤติกรรมของผู้เรียน	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ (รายบุคคล)	4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินการนำเสนอโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ RUBRIC SCORE

ระดับคะแนนสิ่งที่ประเมิน	**4 คะแนน (ดีมาก)**	**3 คะแนน (ดี)**	**2 คะแนน (พอใช้)**	**1 คะแนน (ควรปรับปรุง)**
ความถูกต้องของเนื้อหา	ตอบคำถามถูกต้อง 90-100%	ตอบคำถามถูกต้อง 70-80%	ตอบคำถามถูกต้อง 50-60%	ตอบคำถามถูกต้อง ต่ำกว่า 50%
การใช้ภาษา	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 90-100%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 70-80%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง 50-60%	ใช้คำเหมาะสมและเขียนสะกดคำถูกต้อง ต่ำกว่า50%
ความตรงต่อเวลา	ส่งงานตามเวลาที่กำหนด	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1-2 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3-4 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 5 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

0-3 คะแนน ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ปรับปรุง

4-6 คะแนน ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง พอใช้

7-9 คะแนน ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดี

10-12 คะแนน ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง ดีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>ทักษะการตั้งสมมติฐาน</u>

ตารางต่อไปนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากเทียนไข

จำนวนเวลา	อุณหภูมิของน้ำ
30 วินาที	28 องศาเซลเซียล
1 นาที	29 องศาเซลเซียล
1.30 นาที	30 องศาเซลเซียล
2 นาที	31 องศาเซลเซียล
2.30 นาที	31.5 องศาเซลเซียล
3 นาที	32 องศาเซลเซียล

1. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร ที่ให้สอดคล้องกับผลการทดลองดังตาราง

ก. เมื่อเวลาที่เพิ่มขึ้นอุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้น

ข. เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเวลาจะเริ่มลดลง

ค. เมื่อเวลาที่เพิ่มขึ้นอุณหภูมิของน้ำจะลดลง

ง. เมื่อเวลาที่แตกต่างกันอุณหภูมิของน้ำจะเท่ากัน

2. ถ้าต้องการทดลองว่า สารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อนจะมีอุณหภูมิเป็นอย่างไรในเวลาเดียวกัน

ควรตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

ก. สารที่ต่างชนิดกันจะทำให้อุณหภูมิของสารคงที่

ข. สารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อนอุณหภูมิของสารจะแตกต่างกัน

ค. สารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อนอุณหภูมิของสารจะไม่เปลี่ยนแปลง

ง. อุณหภูมิของสารที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความร้อนเท่านั้นไม่เกี่ยวข้องกับตัวสาร

3. “สมใจต้องการทดสอบอุณหภูมิของน้ำ ทั้งหมดจำนวน 2 บีกเกอร์ ให้ความร้อนโดยเทียนไข โดยบีกเกอร์ใบที่ 1 ได้รับความร้อนจากเทียนไข 1 เล่ม และบีกเกอร์ใบที่ 2 ได้รับความร้อนจากเทียนไข 2 เล่ม” สมใจควรจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

ก. จำนวนเทียนไขมากกว่าจะทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า

ข. จำนวนเทียนไขที่มีความแตกต่างกันจะทำให้อุณหภูมิของน้ำเท่ากัน

ค. อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนเทียนไข

ง. อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเกี่ยวข้องกับระดับน้ำที่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. “สมจิตร นำขวดน้ำมาทั้งหมด 2 ขวด ขวดที่ 1 บรรจุน้ำมีมวลเท่ากับ 50 กรัม ขวดที่ 2 บรรจุน้ำมีมวลเท่ากับ 100 กรัม เมื่อนำไปเทลงในบีกเกอร์และให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ ผลปรากฏว่า ขวดที่ 1 ที่อยู่ในบีกเกอร์ใบที่ 1 มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียล ขวดใบที่ 2 ที่อยู่ในบีกเกอร์ใบที่ 2 มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียล” นักเรียนจะตั้งสมมติฐานนี้ว่าอย่างไร

ก. มวลของน้ำที่น้อยกว่าอุณหภูมิจะต่ำกว่า

ข. มวลของน้ำที่มากกว่าอุณหภูมิจะสูงกว่า

ค. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขึ้นกับภาชนะที่บรรจุ

ง. มวลของน้ำที่น้อยกว่าอุณหภูมิจะสูงกว่า

5. สมฤดี นำลูกโป่งครอบปากขวดที่มีอากาศอยู่ข้างในแล้วนำไปให้ความร้อนโดยไปแช่ในน้ำร้อน และให้สูญเสียความร้อน โดยนำไปแช่น้ำแข็ง สมฤดีต้องการอยากจะทราบถึงการขยายตัวและหดตัวของอากาศนักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

ก. อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะมีการขยายตัวหรือพองตัวและเมื่อสูญเสียความร้อนจะมีการหดตัว

ข. อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะมีการหดตัวและเมื่อสูญเสียความร้อนจะมีการหดตัว

ค. การขยายตัวและหดตัวของอากาศไม่ขึ้นอยู่กับความร้อนและความเย็น

ง. อากาศมีการเปลี่ยนแปลงได้เพราะขึ้นอยู่กับลูกโป่ง

<u>ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ</u>

1. ข้อใดไม่จำเป็นต้องกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ก. ความร้อน

ข. ของเหลว

ค. เทียนไข

ง. ของแข็ง

2. นิยามเชิงปฏิบัติการ ของคำว่า ความร้อน คือข้อใด

ก. จุดเดือด

ข. อุณหภูมิที่ต่ำลงเมื่อได้รับจากแหล่งพลังงานความร้อน

ค. จุดที่สามารถทำให้ถึงจุดเยือกแข็ง

ง. อุณหภูมิที่สูงขึ้นเมื่อได้รับจากแหล่งพลังงานความร้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. นิยามเชิงปฏิบัติการ ของคำว่า อุณหภูมิ คือข้อใด

ก. ปริมาณที่เทอร์มอมิเตอร์ที่วัดค่าได้

ข. ปริมาณความร้อนคงที่

ค. ปริมาณความเย็นคงที่

ง. การปรับเปลี่ยนตัวเลข

4. ข้อใดจำเป็นต้องกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ก. เทียนไข

ข. ตะเกียงแอลกอฮอล์

ค. มวลของน้ำ

ง. น้ำ

5. การทดลองต้องการทราบว่า “สารชนิดใดที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น” นักเรียนจะกำหนดความหมายของคำว่า “อุณหภูมิสูงขึ้น” ว่าอย่างไร

ก. อุณหภูมิสูงขึ้นขึ้นกับภาชนะที่บรรจุ

ข. อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อได้รับความร้อนจากแหล่งให้ความร้อน

ค. อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อสูญเสียความร้อน

ง. อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปตามอากาศ

<u>ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร</u>

1. การทดลองหาอุณหภูมิของสสาร โดยมีสสารทั้งหมด 3 ชนิด เมื่อให้ความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ ตัวแปรต้นของการทดลองนี้ข้อใด

ก. ตัวแปรต้น คือ ความร้อนของสสาร

ข. ตัวแปรต้น คือ อุณหภูมิของสสาร

ค. ตัวแปรต้น คือ สสารทั้ง 3 ชนิด

ง. ตัวแปรต้น คือ ตะเกียงแอลกอฮอล์

2. การทดลองหาอุณหภูมิของสสาร โดยมีสสารทั้งหมด 3 ชนิด เมื่อให้ความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ ตัวแปรตามของการทดลองนี้ข้อใด

ก. ตัวแปรตาม คือ สสารทั้ง 3 ชนิด

ข. ตัวแปรตาม คือ อุณหภูมิของสสาร

ค. ตัวแปรตาม คือ ความร้อนของสสาร

ง. ตัวแปรตาม คือ ตะเกียงแอลกอฮอล์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การทดลองหาอุณหภูมิของสสาร โดยมีสสารทั้งหมด 3 ชนิด เมื่อให้ความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ ตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้ข้อใด

ก. ตัวแปรควบคุม คือ สสารทั้ง 3 ชนิด

ข. ตัวแปรควบคุม คือ อุณหภูมิของสสาร

ค. ตัวแปรควบคุม คือ ความร้อนของสสาร

ง. ตัวแปรควบคุม คือ ตะเกียงแอลกอฮอล์

4. จากการทดลองเรื่องมวลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหรือไม่ เพื่อต้องการพิสูจน์ว่า "มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำหรือไม่" ตัวแปรต้นคือข้อใด

ก. ตัวแปรต้น คือ อุณหภูมิของน้ำ

ข. ตัวแปรต้น คือ ความร้อนของน้ำ

ค. ตัวแปรต้น คือ มวลของน้ำ

ง. ตัวแปรต้น คือ ตะเกียงแอลกอฮอล์

5. จากการทดลองเรื่องมวลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหรือไม่ เพื่อต้องการพิสูจน์ว่า "มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำหรือไม่" ตัวแปรตามคือข้อใด

ก. ตัวแปรตาม คือ อุณหภูมิของน้ำ

ข. ตัวแปรตาม คือ ความร้อนของน้ำ

ค. ตัวแปรตาม คือ มวลของน้ำ

ง. ตัวแปรตาม คือ ตะเกียงแอลกอฮอล์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ทักษะการทดลอง</u>

1. เพื่อต้องการทดสอบว่า "ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่" ควรทำออกแบบการทดลองโดยวิธีใด

ก. ออกแบบการทดลองโดย ใช้สสารที่มีแตกต่างกันทั้งหมด และให้ความร้อนแก่สสารดังกล่าว

ข. ออกแบบการทดลองโดย ใช้สสารชนิดเดียวกันแต่มีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

ค. ออกแบบการทดลองโดย ใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ที่มีความแตกต่างกันในการให้ความร้อน

ง. ออกแบบการทดลองโดย ใช้สสารที่มีความเหมือนกัน และให้ความร้อนแก่สสารในอุณหภูมิที่เหมาะสม

2. เพื่อต้องการทดสอบว่า "ชนิดของเทียนไข มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร" ควรเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ใดเพื่อต้องการทดสอบดังกล่าว

ก. เทียนไข

ข. ตะเกียงแอลกอฮอล์

ค. สสารของแข็ง

ง. พลังงานความร้อน

3. การทดลองเรื่องมวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่ สิ่งใดที่เราควรกำหนดให้แตกต่างกันในการทดลองนี้

ก. อุณหภูมิของน้ำ

ข. การให้ความร้อน

ค. มวลของน้ำ

ง. การเปลี่ยนแปลงของน้ำ

4. ในการทดลองเพื่อศึกษา "จำนวนของเทียนไขมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่" ใช้วิธีการทดลองโดยการใช้เทียนไขที่มีจำนวนแตกต่างกันในการให้ความร้อนในแต่ละบีกเกอร์ ถ้ากำหนดให้จำนวนเทียนไขในแต่ละเล่ม มีการให้ความร้อนที่คงที่และเท่ากัน ข้อใดต่อไปนี้จะเป็นผลที่เกิดจากเงื่อนไขดังกล่าว

ก. บีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไขที่มีจำนวนเทียนไขมากกว่าจะมีอุณหภูมิสูงกว่าในเวลาเดียวกัน

ข. บีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไขที่มีจำนวนเทียนไขน้อยกว่าจะมีอุณหภูมิสูงกว่าในเวลาเดียวกัน การให้ความร้อน

ค. บีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไขที่มีจำนวนเทียนไขมากกว่าจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าในเวลาเดียวกัน

ง. บีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไขที่แตกต่างกันจะมีอุณหภูมิที่เท่ากันในเวลาเดียวกัน

5. ถ้าต้องการทดลองหาคำตอบว่า "ผลของความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอากาศ" นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุ/อุปกรณ์ใดในการทดลอง

ก. นำตะเกียงแอลกอฮอล์มาให้ความร้อนแก่ลูกโป่งโดยตรง

ข. นำลูกโป่งมาครอบที่ปากขวด เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของอากาศภายใน

ค. นำลูกโป่งไปแช่ในน้ำแข็ง

ง. นำลูกโป่งไปแช่ในน้ำร้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</u>

ตารางต่อไปนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากเทียนไข

จำนวนเวลา	อุณหภูมิของน้ำ
30 วินาที	28 องศาเซลเซียล
1 นาที	29 องศาเซลเซียล
1.30 นาที	30 องศาเซลเซียล
2 นาที	31 องศาเซลเซียล
2.30 นาที	31.5 องศาเซลเซียล
3 นาที	32 องศาเซลเซียล

1. จากตารางบันทึกผลการทดลองนี้ ข้อใดสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

ก. เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของน้ำก็สูงขึ้น

ข. เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของน้ำก็จะลดลง

ค. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น แต่เวลาไม่เปลี่ยนแปลง

ง. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น แต่เวลาจะลดลง

ตารางต่อไปนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิของสสารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อน

จำนวนเวลา	อุณหภูมิของสสาร A	อุณหภูมิของสสาร B
30 วินาที	28 องศาเซลเซียล	28 องศาเซลเซียล
1 นาที	29 องศาเซลเซียล	29.5 องศาเซลเซียล
1.30 นาที	30 องศาเซลเซียล	32 องศาเซลเซียล
2 นาที	31 องศาเซลเซียล	32.5 องศาเซลเซียล
2.30 นาที	31.5 องศาเซลเซียล	33 องศาเซลเซียล
3 นาที	32 องศาเซลเซียล	34 องศาเซลเซียล

2. จากตารางบันทึกผลการทดลองนี้ ข้อใดสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

ก. อุณหภูมิของสสาร A สูงกว่าอุณหภูมิของสาร B ในเวลา 30 วินาที

ข. อุณหภูมิของสสาร A สูงกว่าอุณหภูมิของสาร B ในเวลา 3 นาที

ค. อุณหภูมิของสสาร A ต่ำกว่าอุณหภูมิของสาร B ในเวลา 2 นาที

ง. อุณหภูมิของสสาร A ต่ำกว่าอุณหภูมิของสาร B ในเวลา 30 วินาที

จ.

ตารางต่อไปนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับการขยายตัวและการหดตัวเมื่อได้รับความร้อนและสูญเสียความร้อน

สถานะ	ได้รับความร้อน	สูญเสียความร้อน
ของแข็ง	ขยายตัว	หดตัว
ของเหลว	ขยายตัว	หดตัว
แก๊ส	ขยายตัว	หดตัว

3. ตารางบันทึกผลการทดลองนี้ ข้อใดสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

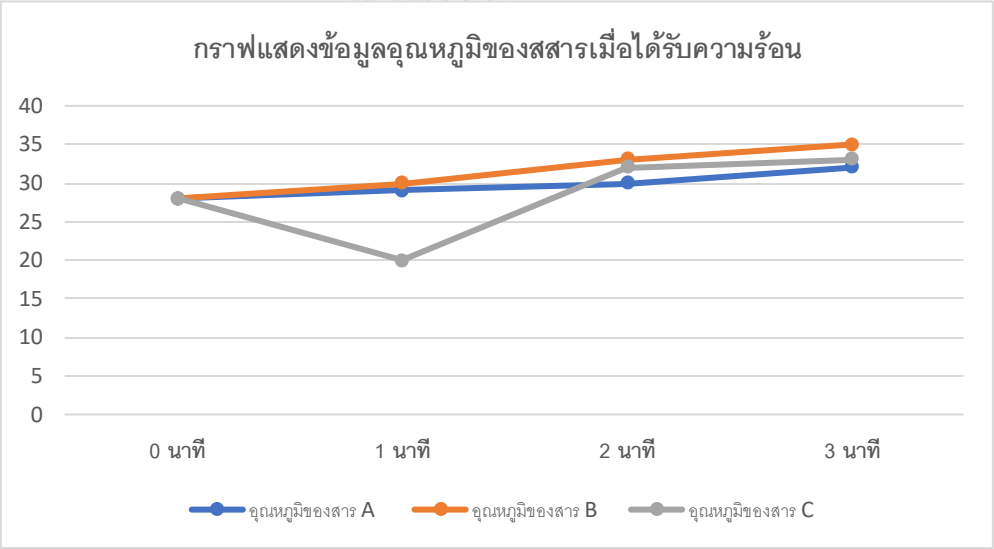
ก. สสารทั้ง 3 สถานะ เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัวและเมื่อสูญเสียความร้อนจะเกิดการหดตัว

ข. การขยายตัวของสสารเกิดขึ้นได้ต้องมีการสูญเสียความร้อนเท่านั้น

ค. อุณหภูมิของสสารที่ทำให้เกิดการขยายตัวและหดตัวต้องเป็นอุณหภูมิที่สูงมาก

ง. การหดตัวของสสารทั้ง 3 สถานะ จะต้องมีการได้รับความร้อนที่สูง

4. ข้อใดแปรความหมายจากกราฟได้ถูกต้อง



ก. สาร A เมื่อได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิของสารสูงมากกว่าสาร B และ C

ข. สาร B เมื่อได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิของสารสูงมากกว่าสาร A และ C

ค. สาร C เมื่อได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิของสารสูงมากกว่าสาร B และ A

ง. สารแต่ละชนิดมีอุณหภูมิเท่ากันในเวลาเดียวกัน

5. จากการทดลอง เมื่อนำน้ำสีหรือของเหลวให้ได้รับความร้อน สังเกตเห็นระดับของเหลวในหลอดนำแก๊สจะสูงขึ้น จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

ก. ของเหลวมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและขยายตัว

ข. ของเหลวมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและหดตัว

ค. ของเหลวมีปริมาตรลดลงและขยายตัว

ง. ของเหลวมีปริมาตรลดลงและหดตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>ทักษะการสร้างแบบจำลอง</u>

1. นักเรียนคิดว่าแบบจำลองใด เหมาะสมกับนำเสนอข้อมูลดังรูป

จำนวนเวลา	อุณหภูมิของสสาร A	อุณหภูมิของสสาร B
30 วินาที	28 องศาเซลเซียล	28 องศาเซลเซียล
1 นาที	29 องศาเซลเซียล	29.5 องศาเซลเซียล
1.30 นาที	30 องศาเซลเซียล	32 องศาเซลเซียล
2 นาที	31 องศาเซลเซียล	32.5 องศาเซลเซียล
2.30 นาที	31.5 องศาเซลเซียล	33 องศาเซลเซียล
3 นาที	32 องศาเซลเซียล	34 องศาเซลเซียล

ก. นำเสนอในรูปแบบสร้างแบบจำลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์

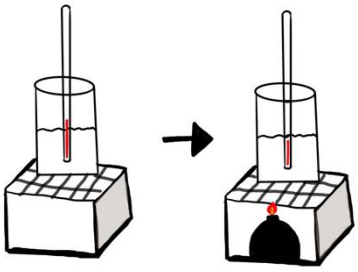
ข. นำเสนอในรูปแบบกราฟแผนภูมิแท่ง

ค. นำเสนอในรูปแบบบรรยาย

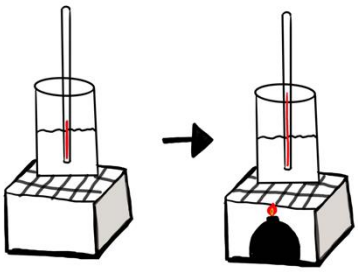
ง. นำเสนอในรูปแบบวาดภาพ

2. ภาพในข้อใดต่อนี้ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสารเมื่อได้รับความร้อนได้ถูกต้อง

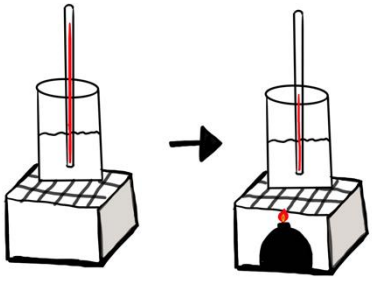
ก.



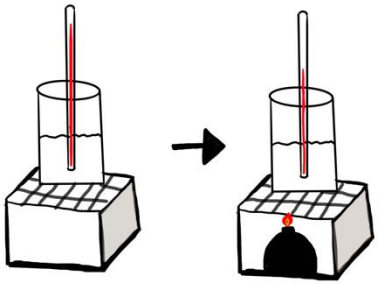
ข.



ค.



ง.



3. นักเรียนคิดว่าแบบจำลองใด เหมาะสมกับนำเสนอข้อมูลดังตาราง

สถานะ	ได้รับความร้อน	สูญเสียความร้อน
ของแข็ง	ขยายตัว	หดตัว
ของเหลว	ขยายตัว	หดตัว
แก๊ส	ขยายตัว	หดตัว

ก. นำเสนอในรูปแบบแผนสถิติ

ข. นำเสนอในรูปแบบกราฟแผนภูมิแท่ง

ค. นำเสนอในรูปแบบกราฟแผนภูมิวงกลม

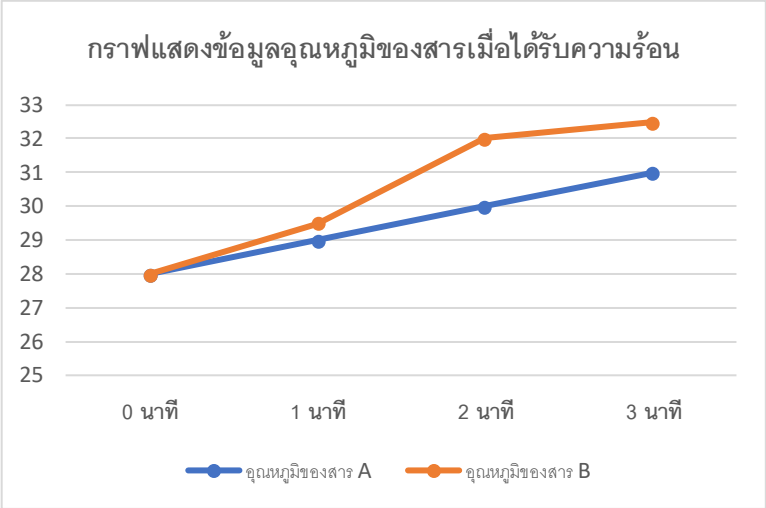
ง. นำเสนอในรูปแบบวาดภาพหรือสร้างแบบจำลอง

Chulalongkorn University

4. ข้อมูลดังตาราง เมื่อนำไปทำเป็นกราฟข้อใดนำเสนอในรูปแบบของกราฟได้ถูกต้อง

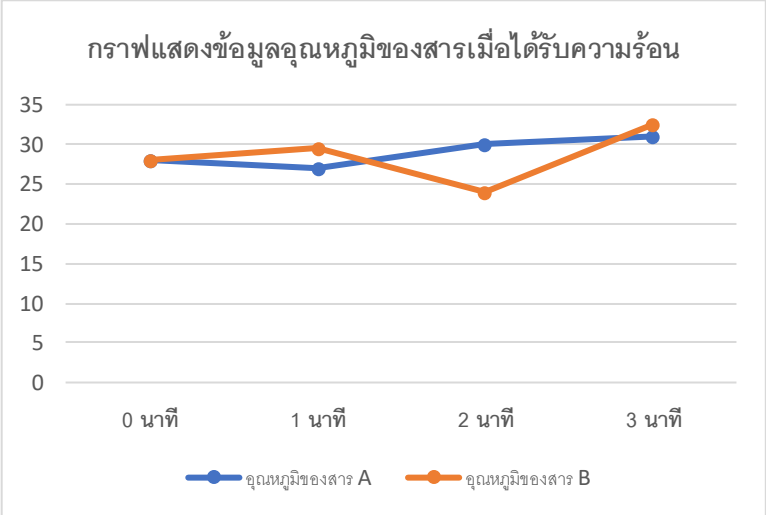
จำนวนเวลา	อุณหภูมิของสาร A	อุณหภูมิของสาร B
0 วินาที	28 องศาเซลเซียล	28 องศาเซลเซียล
1 นาที	29 องศาเซลเซียล	29.5 องศาเซลเซียล
2 นาที	30 องศาเซลเซียล	32 องศาเซลเซียล
3 นาที	31 องศาเซลเซียล	32.5 องศาเซลเซียล

ก.

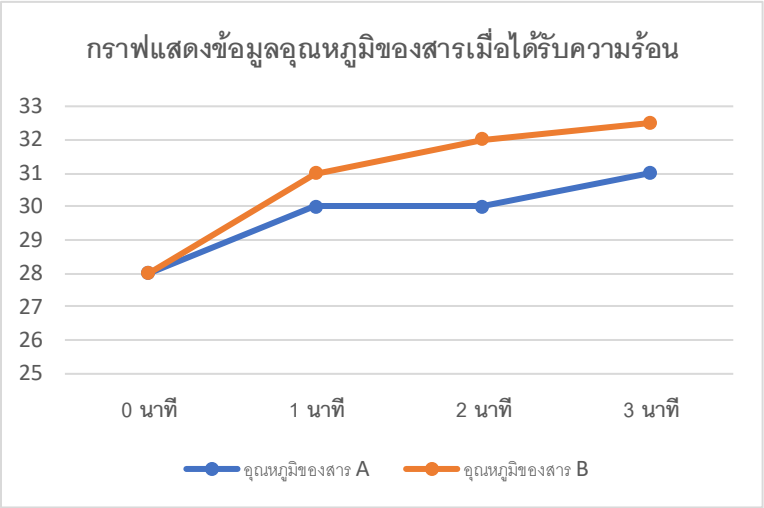


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

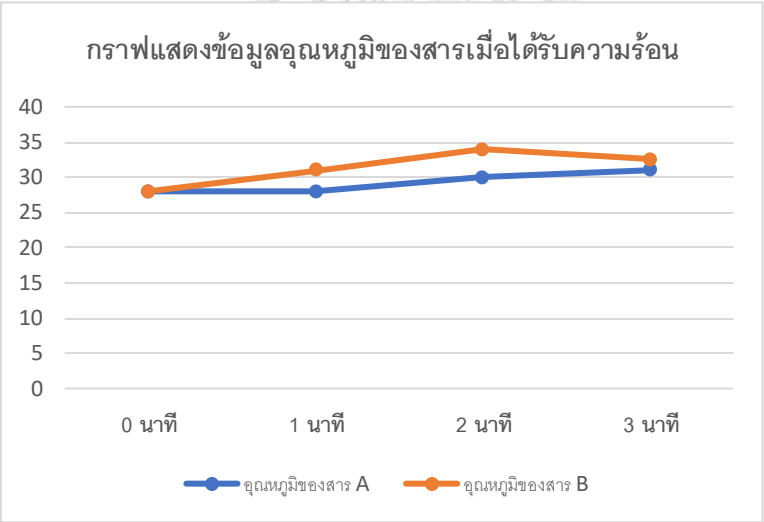
ข



ค.

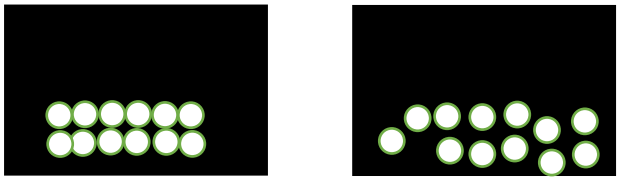

กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิของสารเมื่อได้รับความร้อน
33
32
31
30
29
28
27
26
25
0 นาที
1 นาที
2 นาที
3 นาที
อุณหภูมิของสาร A
อุณหภูมิของสาร B

ง.


กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิของสารเมื่อได้รับความร้อน
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0 นาที
1 นาที
2 นาที
3 นาที
อุณหภูมิของสาร A
อุณหภูมิของสาร B

5. แบบจำลองใดแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงอนุภาคของสสาร จากของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว

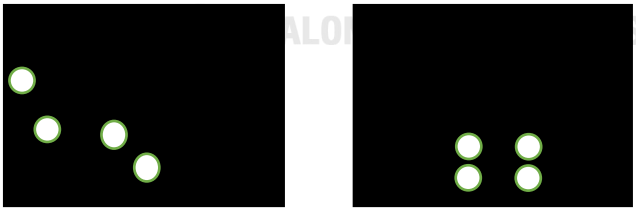
ก.



ข.

ค.

ง.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสำรวจความพึงพอใจ

เรื่อง ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่องการออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ขอความอนุเคราะห์ท่านตอบแบบสอบถามครบทุกข้อ เพื่อที่ให้การวิจัยครั้งนี้มีความสมบูรณ์และมีคุณค่าต่อการนำไปใช้ในการออกแบบ พัฒนา ศึกษาผล และนำไปพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์มา ณ ที่นี้

นายณัฐพล สิงสุข

นิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

<u>ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม</u>

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

1. เพศ ☐ (1) ชาย ☐ (2) หญิง

<u>ตอนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น</u>

<u>คำชี้แจง</u> ท่านเห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้ระดับใด โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ข้อที่	รายละเอียด	ระดับการประเมิน				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย					
2	มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน					
3	มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ตนเองเบื้องต้น					
4	การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ					
5	มีฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน					
6	สามารถใช้งานได้กับทุกแพลตฟอร์ม					
7	ความเสถียรของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง					
8	สามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง					
9	สามารถใช้เป็นการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา					
10	สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง					
11	สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา					
12	สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นหรือครูได้					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

13. ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์มา ณ ที่นี้

นายณัฐพล สิงสุข

นิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

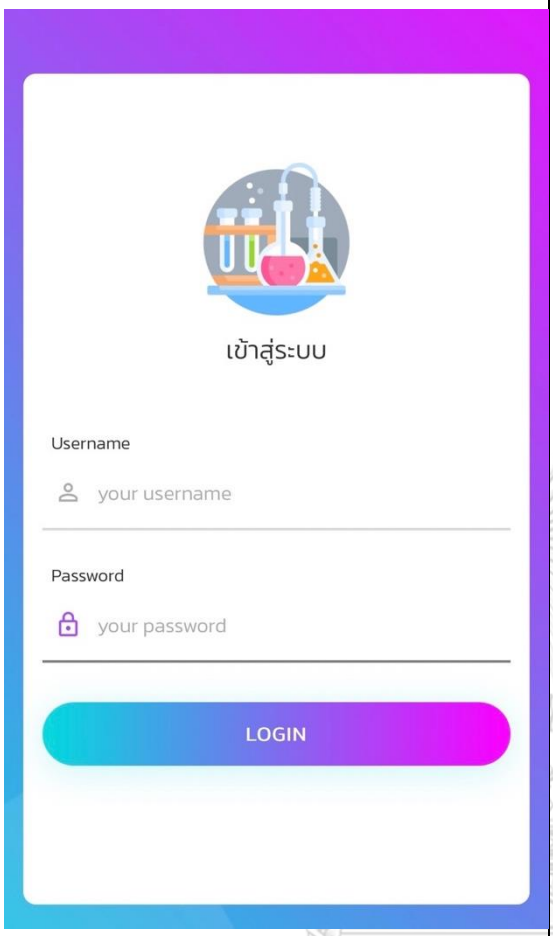
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ต้นแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



หน้า : เข้าสู่ระบบ โดยจะให้นักเรียนกรอก

Username

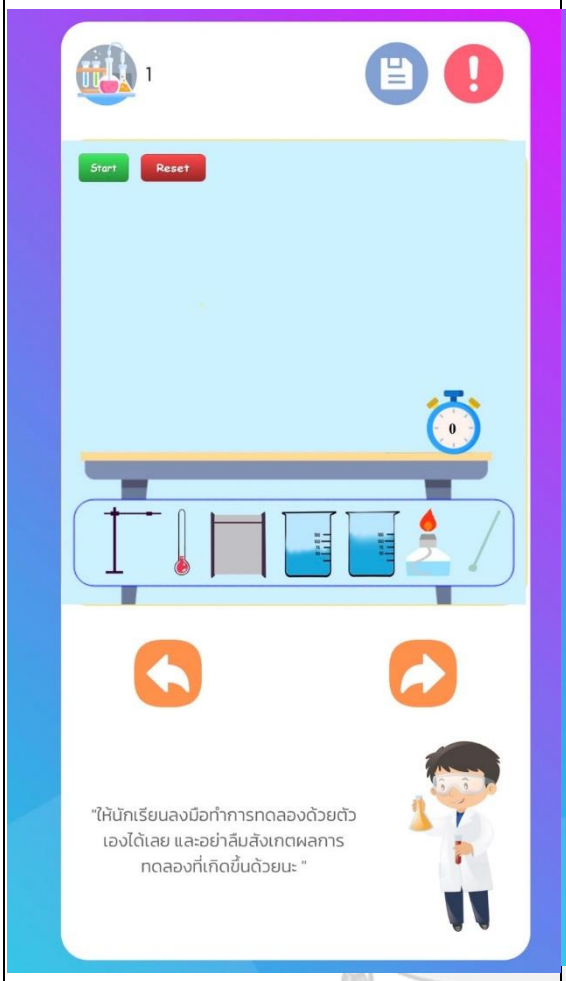
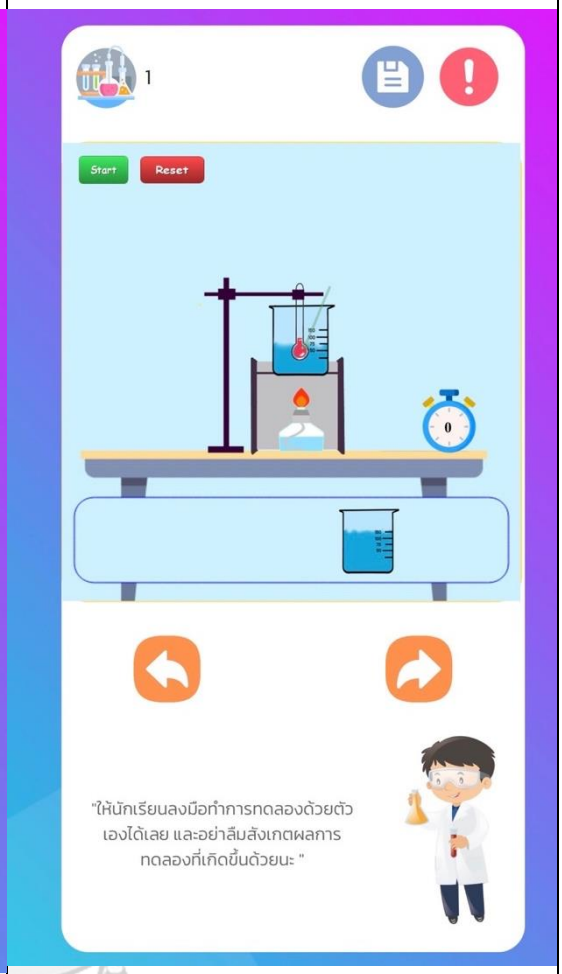
Password

ประจำตัวเพื่อเข้าสู่การเรียนรู้ในแอปพลิเคชัน

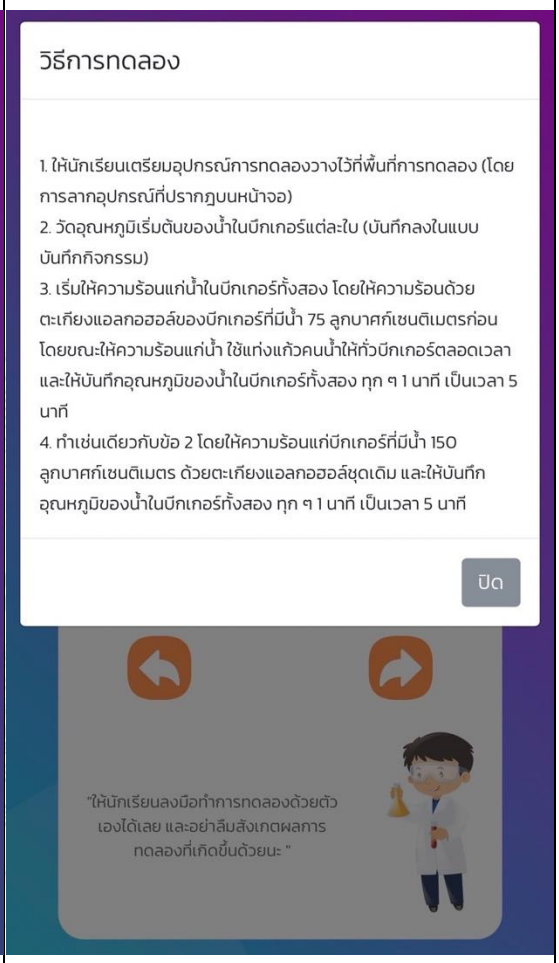
หน้า : เลือกบทเรียนและเรื่องที่จะเรียน

หน้า : ขั้นนำความสนใจ โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบตามความรู้เดิมเพื่อเข้าสู่ความรู้ใหม่ของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นความรู้และความสนใจของผู้เรียน	หน้า : ขั้นสำรวจและค้นหา ให้นักเรียนอ่านข้อคำถามและดูรูปภาพประกอบเกี่ยวกับการทดลองนี้ และให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรต่าง ๆ และกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการ ก่อนจะทำการทดลองเพื่อตรวจสอบ (โดยการพิมพ์คำตอบที่นักเรียนต้องการลงในช่องวาง)

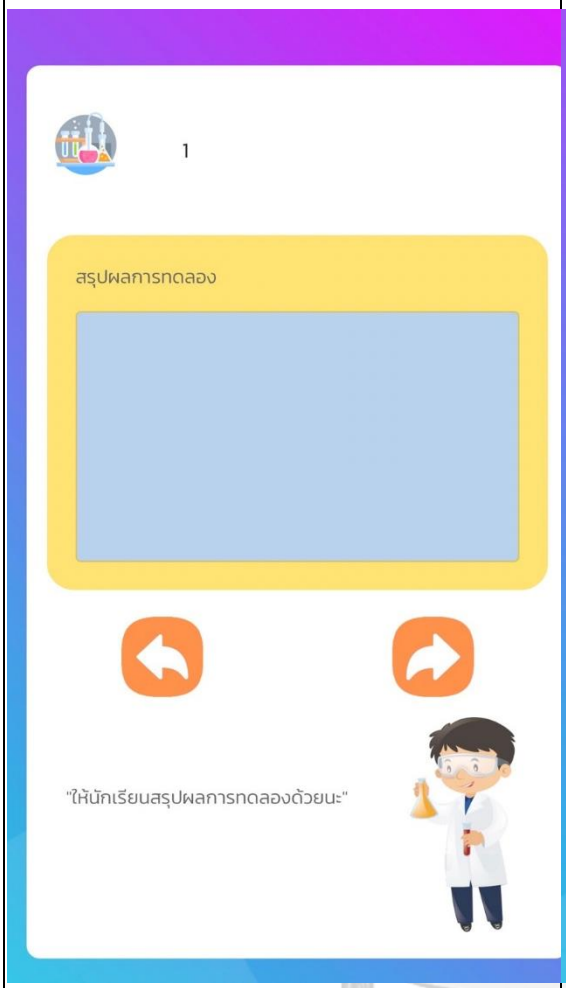
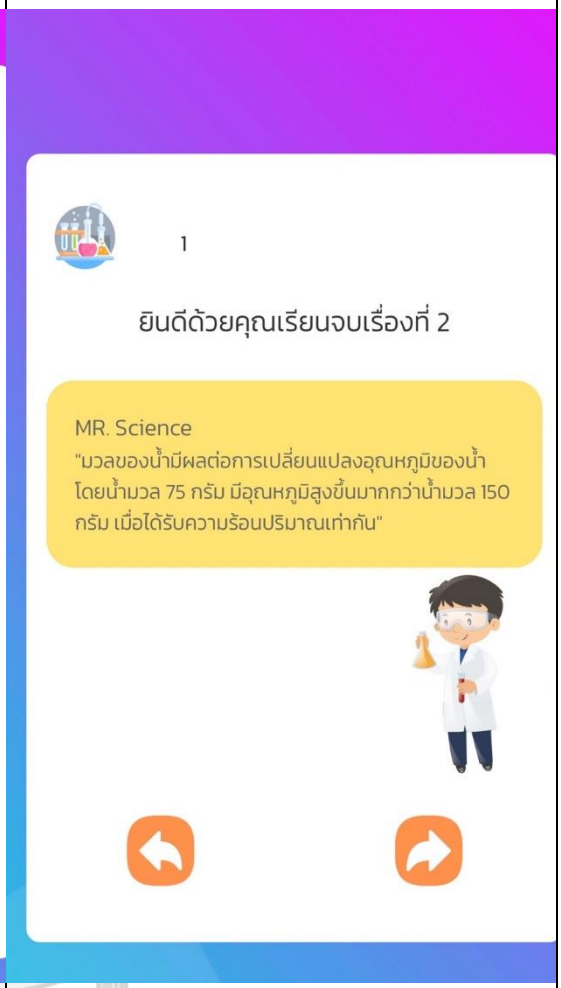
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

	
หน้า : ขั้นสำรวจและค้นหา (ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง) โดยประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1. ส่วนห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ประกอบไปด้วย 1.1 ส่วนแถบอุปกรณ์ 1.2 ส่วนแถบพื้นที่ว่างในการทำการทดลอง 1.3 ส่วนคำอธิบายเกี่ยวกับความรู้ในการทดลอง 2. หน้าจอหลักประกอบไปด้วย 2.1 ปุ่มกด start (เริ่มการทดลอง) และ Reset (รีเซ็ตทุกอย่างให้เหมือนเดิม)	หน้า : ขั้นสำรวจและค้นหา (ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง) โดยการลากวาง และเกิดผลแสดงขึ้นแบบเรียลไทม์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 แบบบันทึกผล (เพื่อให้นักเรียนบันทึกผล) และปุ่มแสดงวิธีการทดลอง	
	
หน้า : แบบบันทึกผล (เมื่อกดปุ่มก็จะแสดงขึ้นมาให้เพื่อให้นักเรียนกรอกข้อมูลผลการทดลองที่ได้สังเกตจากการทดลอง)	หน้า : แสดงวิธีการทดลอง (เมื่อกดปุ่มก็จะแสดงขึ้นมาให้เพื่อให้นักเรียนได้ดูวิธีการทดลองได้หากต้องการ)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

	
หน้า : สรุปผลการทดลอง (ให้นักเรียนพิมพ์สรุปผลการทดลองที่ได้จากการทดลอง)	หน้า : (หน้าแสดงผลสรุปจากการทดลอง เพื่อแสดงให้ผู้เรียนได้เข้าใจในความรู้ได้ตรงกันและถูกต้อง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า : แสดงผลคลังข้อมูลที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปในบทเรียนต่าง ๆ แสดงถึงสิ่งที่นักเรียนได้พิมพ์หรือได้บันทึกลงในแต่ละกิจกรรม เช่น ข้อมูลแสดงการตอบคำถามของผู้เรียน ข้อมูลแสดงถึงการบันทึกผลของผู้เรียน และข้อมูลแสดงถึงการสรุปผลของผู้เรียน (เพื่อให้ผู้เรียนกลับมาดูคำตอบของตัวเองได้ เมื่อจะได้นำสิ่งที่ได้ทำไปในโมไบล์แอปพลิเคชันไปอภิปรายร่วมกับครูในห้องเรียน)

หน้า : แสดงผลคลังข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคน

ภาคผนวก ง

- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม
- แบบประเมินคุณภาพสื่อโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง
- แบบประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินแบบสอบถามภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ และความต้องการจำเป็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
Designing A Mobile Virtual Science Laboratory in Blended Learning to Enhance Secondary School Students' Science Process Skills

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์

ผู้วิจัย นายณัฐพล สิงสุข
เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญชุดนี้เป็นแบบประเมินเกี่ยวกับแบบประเมินแบบสอบถามภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ และความต้องการจำเป็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขอให้ท่านพิจารณาโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมหรือไม่

-1 หมายถึง แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินไม่มีความเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....

2. ตำแหน่ง.....

3. สถานที่ทำงาน.....

ตอนที่ 2 แบบประเมินแบบสอบถามภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ และความต้องการจำเป็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ตารางที่ 1. ความต้องการจำเป็นในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	1	0	-1	
1. ช่วยให้ฉันเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้				
2. ช่วยให้ฉันมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ				
3. ช่วยให้ฉันกำหนดขอบเขตของการทดลอง				
4. ช่วยให้ฉันกำหนดตัวแปรได้				
5. ช่วยให้ฉันควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้				
6. ช่วยให้ฉันสามารถสรุปผลจากการทดลองได้				
7. ช่วยให้ฉันออกแบบการทดลองได้				
8. ช่วยให้ฉันบันทึกผลและสรุปการทำการทดลองได้				
9. ช่วยให้ฉันสามารถเสนอแนวคิดรวบยอดได้				
10. สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ได้				
11. ช่วยลดระยะเวลาในการทดลองได้				
12. สามารถทดลองซ้ำๆ ได้				
13. สามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์ สารเคมีต่าง ๆ				
14. ฉันรู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง				
15. ช่วยให้ฉันเข้าใจการทดลองได้เป็นอย่างดี				
16. ช่วยให้ฉันมีประสบการณ์ในการทดลอง				
17. ทำให้ฉันได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการทดลองที่ถูกต้องและครบถ้วน				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ตารางที่ 2. ประสบการณ์ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	1	0	-1	
1. เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย				
2. มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน				
3. มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ตนเองเบื้องต้น				
4. การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ				
5. มีฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน				
6. สามารถใช้งานได้กับทุกแพลตฟอร์ม				
7. ความเสถียรของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง				
8. สามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง				
9. ใช้เป็นการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา				
10. สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง				
11. สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา				
12. สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นหรือครูได้				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

จากการประเมินแบบประเมินแบบสอบถามภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ และความต้องการจำเป็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

☐ แบบสอบถามมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปดำเนินการต่อได้

☐ แบบสอบถามมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปดำเนินการ

☐ แบบสอบถามยังไม่มีความเหมาะสม

ลงชื่อ .....

( )

ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินแบบสอบถามภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ และความต้องการจำเป็นของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น Designing A Mobile Virtual Science Laboratory in Blended Learning to Enhance Secondary School Students' Science Process Skills

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์

ผู้วิจัย นายณัฐพล สิงสุข
เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญชุดนี้เป็นแบบประเมินเกี่ยวกับแบบประเมินแบบสอบถามภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ และความต้องการจำเป็นของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ขอให้ท่านพิจารณาโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมหรือไม่

-1 หมายถึง แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินไม่มีความเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....

2. ตำแหน่ง.....

3. สถานที่ทำงาน.....

ตอนที่ 2 แบบประเมินแบบสอบถามภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ และความต้องการจำเป็นของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ตารางที่ 1. ความต้องการจำเป็นในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	1	0	-1	
1. ช่วยให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้				
2. ช่วยให้นักเรียนมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ				
3. ช่วยให้กำหนดขอบเขตของการทดลอง				
4. ช่วยให้นักเรียนกำหนดตัวแปรได้				
5. ช่วยให้นักเรียนควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้				
6. ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลองได้				
7. ช่วยให้นักเรียนออกแบบการทดลองได้				
8. ช่วยให้นักเรียนบันทึกผลและสรุปการทำการทดลองได้				
9. ช่วยให้นักเรียนสามารถเสนอแนวคิดรวบยอดได้				
10. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้นอกสถานที่ได้				
11. ช่วยลดระยะเวลาในการทดลองได้				
12. นักเรียนสามารถทดลองซ้ำๆ ได้				
13. สามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์ สารเคมีต่าง ๆ				
14. รู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง				
15. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในการทดลองได้เป็นอย่างดี				
16. ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการทดลอง				

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	1	0	-1	
17. ทำให้นักเรียนได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการทดลองที่ถูกต้องและครบถ้วน				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ตารางที่ 2. ประสบการณ์ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	1	0	-1	
1. เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย				
2. มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน				
3. มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ของนักเรียนเบื้องต้น				
4. การออกแบบที่สวยงาม น่าสนใจ				
5. ฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน				
6. สามารถใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม				
7. ความเสถียรของห้องปฏิบัติการการวิทยาศาสตร์เสมือน				
8. สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับนักเรียนในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง				
9. สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา				
10. สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน				
11. สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ได้ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา				
12. สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับนักเรียนได้				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

จากการประเมินแบบประเมินแบบสอบถามภูมิหลัง ประสบการณ์ผู้ใช้ และความต้องการจำเป็นของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

☐ แบบสอบถามมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปดำเนินการต่อได้

☐ แบบสอบถามมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปดำเนินการ

☐ แบบสอบถามยังไม่มีความเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ลงชื่อ .....

( )

ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

แบบประเมินคุณภาพสื่อ
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสาน เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินคุณภาพสื่อ ‘ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์’ เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จัดทำขึ้นโดย นายณัฐพล สิงสุข

นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยี และสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องที่ตรงกับการตรวจสอบรายการประเมินแต่ละข้อที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบประเมิน โดยมีเกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน 5	หมายถึง	ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีมาก
ให้คะแนน 4	หมายถึง	ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดี
ให้คะแนน 3	หมายถึง	ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับปานกลาง
ให้คะแนน 2	หมายถึง	ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับพอใช้
ให้คะแนน 1	หมายถึง	ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					ข้อคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
1. มีความถูกต้อง / สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้						
2. มีความถูกต้อง / สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา						
3. มีความถูกต้อง / สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนการสอน						
4. มีความถูกต้อง / สอดคล้องกับตัวชี้วัด						
5. มีความทันสมัย แปลกใหม่ แตกต่างจากที่เรียนปกติ						
6. กระตุ้นให้เกิดการคิด เรียนรู้ด้วยตนเอง						
7. สื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ และพัฒนาความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์						
8. แบบตัวอักษรเหมาะสมและง่ายต่อการอ่าน						
9. สีของตัวอักษรและพื้นหลังมีความเหมาะสม						
10. ขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสมกับหน้าจอ						
11. ภาพประกอบมีความเหมาะสม						
12. การจัดวางองค์ประกอบแต่ละส่วนในหน้าจอมีความเหมาะสม						
13. การสื่อสารผ่านปุ่มและสัญลักษณ์ต่างๆ สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้อง						
14. สื่อที่มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน						
15. สะดวก ง่ายต่อการใช้งาน						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขอขอบพระคุณในข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ
ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

นายณัฐพล สิงสุข
นิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
Designing A Mobile Virtual Science Laboratory in Blended Learning to Enhance Secondary School Students' Science Process Skills	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์
ผู้วิจัย	นายณัฐพล สิงสุข นิสิตระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญชุดนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ขอให้ท่านพิจารณาโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสม
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมหรือไม่
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินไม่มีความเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อผู้เชี่ยวชาญ

   .....

2. ตำแหน่ง

   .....

3. สถานที่ทำงาน

   .....

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-6)

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	1	0	-1	
1. สาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ สาระสำคัญ และผลการเรียนรู้				
2. มาตรฐานการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้				
3. ตัวชี้วัดมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้				
4. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้				
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้				
6. กระบวนการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้				
7. สื่อการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้				
8. มีการนำโมไบล์แอปพลิเคชันที่ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม				
9. การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้				
10. ความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนแบบผสมผสานด้วย 5E ในการจัดการเรียนรู้				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

จากการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

- ☐ แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ทดลองได้
- ☐ แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้
- ☐ แผนการจัดการเรียนรู้ยังไม่มีความเหมาะสม

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้โมไบล์ร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น Designing A Mobile Virtual Science Laboratory in Blended Learning to Enhance Secondary School Students' Science Process Skills
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์
ผู้วิจัย	นายณัฐพล สิงสุข นิสิตระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญชุดนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ขอให้ท่านพิจารณาโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสม
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมหรือไม่
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินไม่มีความเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ

.....

4. ตำแหน่ง

.....

5. สถานที่ทำงาน

.....

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด ม.1/10 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยน สถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และแบบจำลอง

ตัวชี้วัด ม.1/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร เนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

<table>
<tr><th rowspan="2">ทักษะ</th><th rowspan="2">ข้อสอบ</th><th colspan="3">ระดับความคิดเห็น</th><th rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</th></tr>
<tr><th>1</th><th>0</th><th>-1</th></tr>
<tr><td colspan="6">ทักษะการตั้งสมมติฐาน</td></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><th>จำนวนเวลา</th><th>อุณหภูมิของน้ำ</th></tr>
<tr><td>30 วินาที</td><td>28 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>1 นาที</td><td>29 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>1.30 นาที</td><td>30 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>2 นาที</td><td>31 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>2.30 นาที</td><td>31.5 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>3 นาที</td><td>32 องศาเซลเซียล</td></tr>
</table>
1. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร ที่ให้สอดคล้องกับผลการทดลองดังตาราง
ก. เมื่อเวลาที่เพิ่มขึ้นอุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้น
ข. เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเวลาจะเริ่มลดลง
ค. เมื่อเวลาที่เพิ่มขึ้นอุณหภูมิของน้ำจะลดลง
ง. เมื่อเวลาที่แตกต่างกันอุณหภูมิของน้ำจะเท่ากัน</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2. ถ้าต้องการทดลองว่า สารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อนจะมีอุณหภูมิเป็นอย่างไรในเวลาเดียวกัน ควรตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
ก. สารที่ต่างชนิดกันจะทำให้อุณหภูมิของสารคงที่
ข. สารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อนอุณหภูมิของสารจะแตกต่างกัน
ค. สารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อนอุณหภูมิของสารจะไม่เปลี่ยนแปลง</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

ทักษะ	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
	ง. อุณหภูมิของสารที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความร้อนเท่านั้นไม่เกี่ยวข้องกับตัวสาร				
	3. “สมใจต้องการทดสอบอุณหภูมิของน้ำ ทั้งหมดจำนวน 2 บีกเกอร์ ให้ความร้อนโดยเทียนไข โดยบีกเกอร์ใบที่ 1 ได้รับความร้อนจากเทียนไข 1 เล่ม และบีกเกอร์ใบที่ 2 ได้รับความร้อนจากเทียนไข 2 เล่ม” สมใจควรจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร ก. จำนวนเทียนไขมากกว่าจะทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า ข. จำนวนเทียนไขที่มีความแตกต่างกันจะทำให้อุณหภูมิของน้ำเท่ากัน ค. อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนเทียนไข ง. อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเกี่ยวข้องกับระดับน้ำที่แตกต่างกัน				
	4. “สมจิตร นำขวดน้ำมาทั้งหมด 2 ขวด ขวดที่ 1 บรรจุน้ำมีมวลเท่ากับ 50 กรัม ขวดที่ 2 บรรจุน้ำมีมวลเท่ากับ 100 กรัม เมื่อนำไปเทลงในบีกเกอร์และให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ ผลปรากฏว่า ขวดที่ 1 ที่อยู่ในบีกเกอร์ใบที่ 1 มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียล ขวดใบที่ 2 ที่อยู่ในบีกเกอร์ใบที่ 2 มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียล” นักเรียนจะตั้งสมมติฐานนี้ว่าอย่างไร ก. มวลของน้ำที่น้อยกว่าอุณหภูมิจะต่ำกว่า ข. มวลของน้ำที่มากกว่าอุณหภูมิจะสูงกว่า ค. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขึ้นกับภาชนะที่บรรจุ ง. มวลของน้ำที่น้อยกว่าอุณหภูมิจะสูงกว่า				
	5. สมฤดี นำลูกโป่งครอบปากขวดที่มีอากาศอยู่ข้างในแล้วนำไปให้ความร้อนโดยไปแช่ในน้ำร้อน และให้สูญเสียความร้อน โดยนำไปแช่น้ำแข็ง สมฤดีต้องการอยากจะทราบถึงการขยายตัวและหดตัวของอากาศนักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร ก. อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะมีการขยายตัวหรือพองตัวและเมื่อสูญเสียความร้อนจะมีการหดตัว				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทักษะ	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
	ข. อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะมีการหดตัวและเมื่อสูญเสียความร้อนจะมีการหดตัว ค. การขยายตัวและหดตัวของอากาศไม่ขึ้นอยู่กับความร้อนและความเย็น ง. อากาศมีการเปลี่ยนแปลงได้เพราะขึ้นอยู่กับลูกโป่ง				
ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ					
	6. ข้อใดไม่จำเป็นต้องกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ก. ความร้อน ข. ของเหลว ค. เทียนไข ง. ของแข็ง				
	7. นิยามเชิงปฏิบัติการ ของคำว่า ความร้อน คือข้อใด ก. จุดเดือด ข. อุณหภูมิที่ต่ำลงเมื่อได้รับจากแหล่งพลังงานความร้อน ค. จุดที่สามารถทำให้ถึงจุดเยือกแข็ง ง. อุณหภูมิที่สูงขึ้นเมื่อได้รับจากแหล่งพลังงานความร้อน				
	8. นิยามเชิงปฏิบัติการ ของคำว่า อุณหภูมิ คือข้อใด ก. ปริมาณที่เทอร์มอมิเตอร์ที่วัดค่าได้ ข. ปริมาณความร้อนคงที่ ค. ปริมาณความเย็นคงที่ ง. การปรับเปลี่ยนตัวเลข				
	9. ข้อใดจำเป็นต้องกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ก. เทียนไข ข. ตะเกียงแอลกอฮอล์ ค. มวลของน้ำ ง. น้ำ				
	10. การทดลองต้องการทราบว่า “สารชนิดใดที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น” นักเรียนจะกำหนดความหมายของคำว่า “อุณหภูมิสูงขึ้น” ว่าอย่างไร				

ทักษะ	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
	ก. อุณหภูมิสูงขึ้นขึ้นกับภาชนะที่บรรจุ ข. อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อได้รับความร้อนจากแหล่งให้ความร้อน ค. อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อสูญเสียความร้อน ง. อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปตามอากาศ				
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร					
	6. การทดลองหาอุณหภูมิของสสาร โดยมีสสารทั้งหมด 3 ชนิด เมื่อให้ความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ ตัวแปรต้นของการทดลองนี้ข้อใด ก. ตัวแปรต้น คือ ความร้อนของสสาร ข. ตัวแปรต้น คือ อุณหภูมิของสสาร ค. ตัวแปรต้น คือ สสารทั้ง 3 ชนิด ง. ตัวแปรต้น คือ ตะเกียงแอลกอฮอล์				
	7. การทดลองหาอุณหภูมิของสสาร โดยมีสสารทั้งหมด 3 ชนิด เมื่อให้ความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ ตัวแปรตามของการทดลองนี้ข้อใด ก. ตัวแปรตาม คือ สสารทั้ง 3 ชนิด ข. ตัวแปรตาม คือ อุณหภูมิของสสาร ค. ตัวแปรตาม คือ ความร้อนของสสาร ง. ตัวแปรตาม คือ ตะเกียงแอลกอฮอล์				
	8. การทดลองหาอุณหภูมิของสสาร โดยมีสสารทั้งหมด 3 ชนิด เมื่อให้ความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ ตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้ข้อใด ก. ตัวแปรควบคุม คือ สสารทั้ง 3 ชนิด ข. ตัวแปรควบคุม คือ อุณหภูมิของสสาร ค. ตัวแปรควบคุม คือ ความร้อนของสสาร ง. ตัวแปรควบคุม คือ ตะเกียงแอลกอฮอล์				
	9. จากการทดลองเรื่องมวลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหรือไม่ เพื่อต้องการพิสูจน์ว่า “มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำหรือไม่” ตัวแปรต้นคือข้อใด				

ทักษะ	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
	ก. ตัวแปรต้น คือ อุณหภูมิของน้ำ ข. ตัวแปรต้น คือ ความร้อนของน้ำ ค. ตัวแปรต้น คือ มวลของน้ำ ง. ตัวแปรต้น คือ ตะเกียงแอลกอฮอล์				
	10. จากการทดลองเรื่องมวลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหรือไม่ เพื่อต้องการพิสูจน์ว่า “มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำหรือไม่” ตัวแปรตามคือข้อใด ก. ตัวแปรตาม คือ อุณหภูมิของน้ำ ข. ตัวแปรตาม คือ ความร้อนของน้ำ ค. ตัวแปรตาม คือ มวลของน้ำ ง. ตัวแปรตาม คือ ตะเกียงแอลกอฮอล์				
ทักษะการทดลอง					
	6. เพื่อต้องการทดสอบว่า “ชนิดของสสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่” ควรทำออกแบบการทดลองโดยวิธีใด ก. ออกแบบการทดลองโดย ใช้สสารที่มีแตกต่างกันทั้งหมด และให้ความร้อนแก่สสารดังกล่าว ข. ออกแบบการทดลองโดย ใช้สสารชนิดเดียวกันแต่มีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ค. ออกแบบการทดลองโดย ใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ที่มีความแตกต่างกันในการให้ความร้อน ง. ออกแบบการทดลองโดย ใช้สสารที่มีความเหมือนกัน และให้ความร้อนแก่สสารในอุณหภูมิที่เหมาะสม				
	7. เพื่อต้องการทดสอบว่า “ชนิดของเทียนไข มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร” ควรเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ใดเพื่อต้องการทดสอบดังกล่าว ก. เทียนไข ข. ตะเกียงแอลกอฮอล์ ค. สสารของแข็ง				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

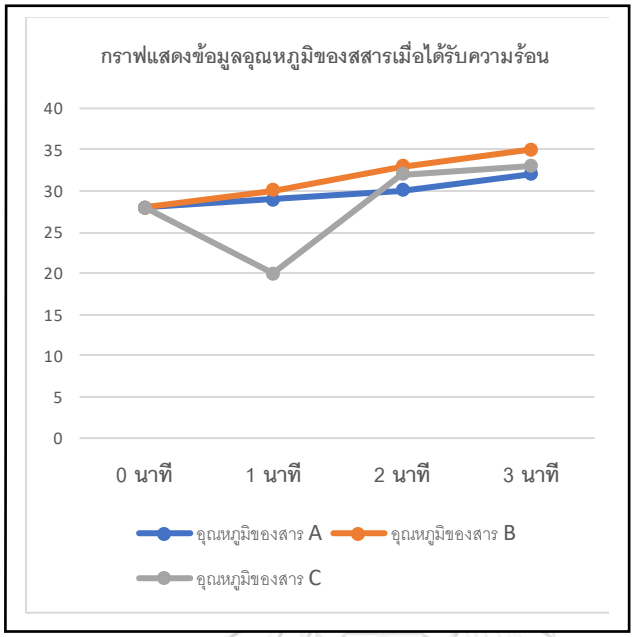
ทักษะ	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
	ง. พลังงานความร้อน				
	8. การทดลองเรื่องมวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่ สิ่งใดที่เราควรกำหนดให้แตกต่างกันในการทดลองนี้ ก. อุณหภูมิของน้ำ ข. การให้ความร้อน ค. มวลของน้ำ ง. การเปลี่ยนแปลงของน้ำ				
	9. ในการทดลองเพื่อศึกษา “จำนวนของเทียนไขมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือไม่” ใช้วิธีการทดลองโดยการใช้เทียนไขที่มีจำนวนแตกต่างกันในการให้ความร้อนในแต่ละบีกเกอร์ ถ้ากำหนดให้จำนวนเทียนไขในแต่ละเล่ม มีการให้ความร้อนที่คงที่และเท่ากัน ข้อใดต่อไปนี้จะเป็นผลที่เกิดจากเงื่อนไขดังกล่าว ก. บีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไขที่มีจำนวนเทียนไขมากกว่าจะมีอุณหภูมิสูงกว่าในเวลาเดียวกัน ข. บีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไขที่มีจำนวนเทียนไขน้อยกว่าจะมีอุณหภูมิสูงกว่าในเวลาเดียวกันการให้ความร้อน ค. บีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไขที่มีจำนวนเทียนไขมากกว่าจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าในเวลาเดียวกัน ง. บีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไขที่แตกต่างกันจะมีอุณหภูมิที่เท่ากันในเวลาเดียวกัน				
	10. ถ้าต้องการทดลองหาคำตอบว่า “ผลของความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอากาศ” นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุ/อุปกรณ์ใดในการทดลอง ก. นำตะเกียงแอลกอฮอล์มาให้ความร้อนแก่ลูกโป่งโดยตรง ข. นำลูกโป่งมาครอบที่ปากขวด เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของอากาศภายใน ค. นำลูกโป่งไปแช่ในน้ำแข็ง ง. นำลูกโป่งไปแช่ในน้ำร้อน				

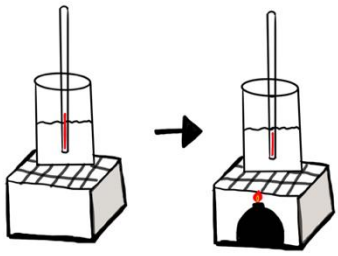
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

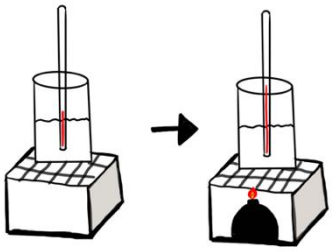
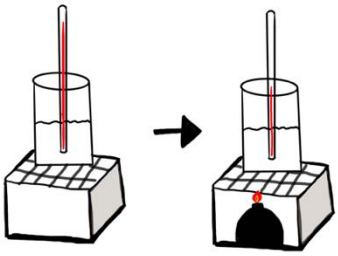
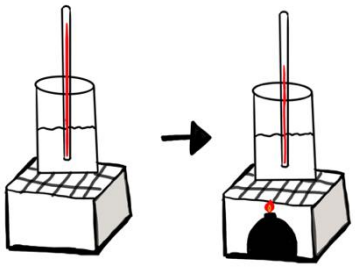
<table>
<tr><th rowspan="2">ทักษะ</th><th rowspan="2">ข้อสอบ</th><th colspan="3">ระดับความคิดเห็น</th><th rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</th></tr>
<tr><th>1</th><th>0</th><th>-1</th></tr>
<tr><td colspan="6">ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</td></tr>
<tr><td></td><td>ตารางต่อไปนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากเทียนไข
<table>
<tr><th>จำนวนเวลา</th><th>อุณหภูมิของน้ำ</th></tr>
<tr><td>30 วินาที</td><td>28 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>1 นาที</td><td>29 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>1.30 นาที</td><td>30 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>2 นาที</td><td>31 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>2.30 นาที</td><td>31.5 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>3 นาที</td><td>32 องศาเซลเซียล</td></tr>
</table>
5. จากตารางบันทึกผลการทดลองนี้ ข้อใดสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง
ก. เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของน้ำก็สูงขึ้น
ข. เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของน้ำก็จะลดลง
ค. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น แต่เวลาไม่เปลี่ยนแปลง
ง. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น แต่เวลาจะลดลง</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>ตารางต่อไปนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิของสสารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อน
<table>
<tr><th>จำนวนเวลา</th><th>อุณหภูมิของสสาร A</th><th>อุณหภูมิของสสาร B</th></tr>
<tr><td>30 วินาที</td><td>28 องศาเซลเซียล</td><td>28 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>1 นาที</td><td>29 องศาเซลเซียล</td><td>29.5 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>1.30 นาที</td><td>30 องศาเซลเซียล</td><td>32 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>2 นาที</td><td>31 องศาเซลเซียล</td><td>32.5 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>2.30 นาที</td><td>31.5 องศาเซลเซียล</td><td>33 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>3 นาที</td><td>32 องศาเซลเซียล</td><td>34 องศาเซลเซียล</td></tr>
</table></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

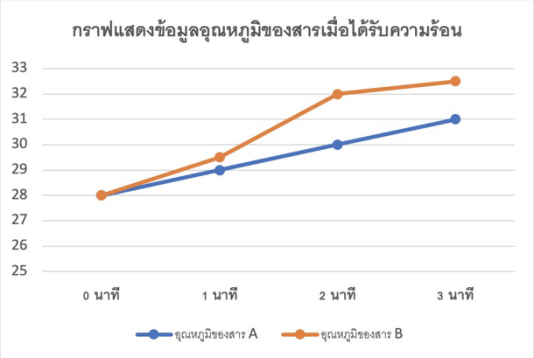
<table>
<tr><th rowspan="2">ทักษะ</th><th rowspan="2">ข้อสอบ</th><th colspan="3">ระดับความคิดเห็น</th><th rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</th></tr>
<tr><th>1</th><th>0</th><th>-1</th></tr>
<tr><td></td><td>6. จากตารางบันทึกผลการทดลองนี้ ข้อใดสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง
ก. อุณหภูมิของสสาร A สูงกว่าอุณหภูมิของสาร B ในเวลา 30 วินาที
ข. อุณหภูมิของสสาร A สูงกว่าอุณหภูมิของสาร B ในเวลา 3 นาที
ค. อุณหภูมิของสสาร A ต่ำกว่าอุณหภูมิของสาร B ในเวลา 2 นาที
ง. อุณหภูมิของสสาร A ต่ำกว่าอุณหภูมิของสาร B ในเวลา 30 วินาที</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>ตารางต่อไปนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับการขยายตัวและการหดตัวเมื่อได้รับความร้อนและสูญเสียความร้อน
<table>
<tr><th>สถานะ</th><th>ได้รับความร้อน</th><th>สูญเสียความร้อน</th></tr>
<tr><td>ของแข็ง</td><td>ขยายตัว</td><td>หดตัว</td></tr>
<tr><td>ของเหลว</td><td>ขยายตัว</td><td>หดตัว</td></tr>
<tr><td>แก๊ส</td><td>ขยายตัว</td><td>หดตัว</td></tr>
</table>
7. ตารางบันทึกผลการทดลองนี้ ข้อใดสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง
ก. สสารทั้ง 3 สถานะ เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัวและเมื่อสูญเสียความร้อนจะเกิดการหดตัว
ข. การขยายตัวของสสารเกิดขึ้นได้ต้องมีการสูญเสียความร้อนเท่านั้น
ค. อุณหภูมิของสสารที่ทำให้เกิดการขยายตัวและหดตัวต้องเป็นอุณหภูมิที่สูงมาก
ง. การหดตัวของสสารทั้ง 3 สถานะ จะต้องมีการได้รับความร้อนที่สูง</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

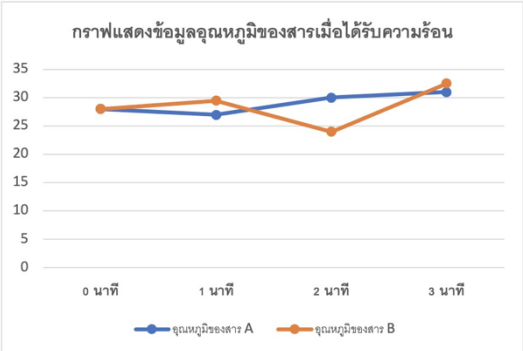
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

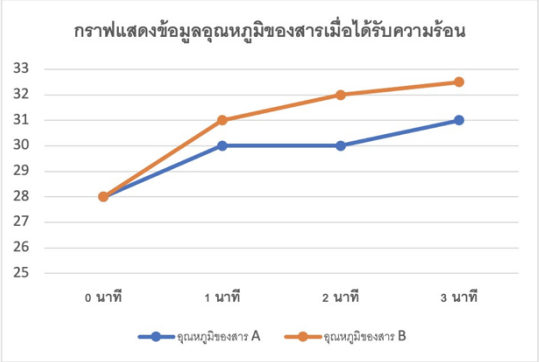
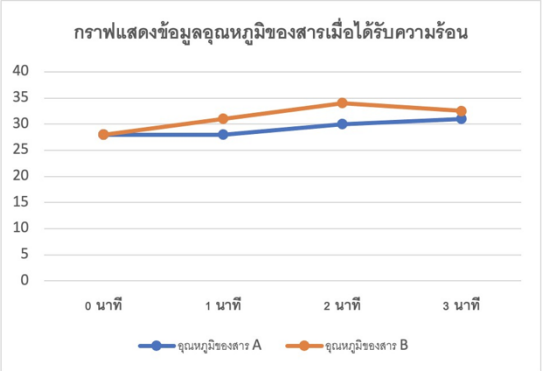
ทักษะ	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
	 4. ข้อใดแปรความหมายจากกราฟได้ถูกต้อง ก. สาร A เมื่อได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิของสารสูงมากกว่าสาร B และ C ข. สาร B เมื่อได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิของสารสูงมากกว่าสาร A และ C ค. สาร C เมื่อได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิของสารสูงมากกว่าสาร B และ A ง. สารแต่ละชนิดมีอุณหภูมิเท่ากันในเวลาเดียวกัน				
	5. จากการทดลอง เมื่อนำน้ำหรือของเหลวให้ได้รับความร้อน สังเกตเห็นระดับของเหลวในหลอดนำแก๊สจะสูงขึ้น จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร ก. ของเหลวมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและหดตัว ข. ของเหลวมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและขยายตัว ค. ของเหลวมีปริมาตรลดลงและขยายตัว ง. ของเหลวมีปริมาตรลดลงและหดตัว				

<table>
<tr><th rowspan="2">ทักษะ</th><th rowspan="2">ข้อสอบ</th><th colspan="3">ระดับความคิดเห็น</th><th rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</th></tr>
<tr><th>1</th><th>0</th><th>-1</th></tr>
<tr><td colspan="6">ทักษะการสร้างแบบจำลอง</td></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><th>จำนวนเวลา</th><th>อุณหภูมิของสสาร A</th><th>อุณหภูมิของสสาร B</th></tr>
<tr><td>30 วินาที</td><td>28 องศาเซลเซียล</td><td>28 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>1 นาที</td><td>29 องศาเซลเซียล</td><td>29.5 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>1.30 นาที</td><td>30 องศาเซลเซียล</td><td>32 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>2 นาที</td><td>31 องศาเซลเซียล</td><td>32.5 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>2.30 นาที</td><td>31.5 องศาเซลเซียล</td><td>33 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>3 นาที</td><td>32 องศาเซลเซียล</td><td>34 องศาเซลเซียล</td></tr>
</table>
3. นักเรียนคิดว่าแบบจำลองใด เหมาะสมกับนำเสนอข้อมูลดังรูป
ก. นำเสนอในรูปแบบสร้างแบบจำลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์
ข. นำเสนอในรูปแบบกราฟแผนภูมิแท่ง
ค. นำเสนอในรูปแบบบรรยาย
ง. นำเสนอในรูปแบบวาดภาพ
</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4. ภาพในข้อใดต่อนี้ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสารเมื่อได้รับความร้อนได้ถูกต้อง
ก.  </td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

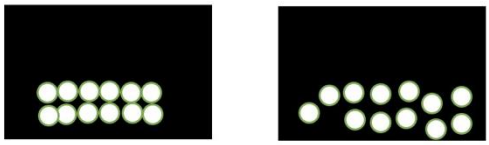
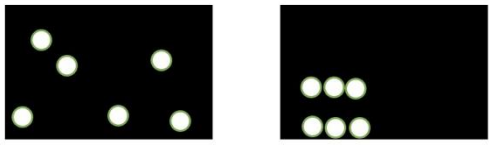
<table>
<tr><th rowspan="2">ทักษะ</th><th rowspan="2">ข้อสอบ</th><th colspan="3">ระดับความคิดเห็น</th><th rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</th></tr>
<tr><th>1</th><th>0</th><th>-1</th></tr>
<tr><td></td><td>ข.
 
ค.
 
ง.
  </td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td><table>
<tr><th>สถานะ</th><th>ได้รับความร้อน</th><th>สูญเสียความร้อน</th></tr>
<tr><td>ของแข็ง</td><td>ขยายตัว</td><td>หดตัว</td></tr>
<tr><td>ของเหลว</td><td>ขยายตัว</td><td>หดตัว</td></tr>
<tr><td>แก๊ส</td><td>ขยายตัว</td><td>หดตัว</td></tr>
</table></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">ทักษะ</th><th rowspan="2">ข้อสอบ</th><th colspan="3">ระดับความคิดเห็น</th><th rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</th></tr>
<tr><th>1</th><th>0</th><th>-1</th></tr>
<tr><td></td><td>3. นักเรียนคิดว่าแบบจำลองใด เหมาะสมกับนำเสนอข้อมูลดังตาราง
ก. นำเสนอในรูปแบบแผนสถิติ
ข. นำเสนอในรูปแบบกราฟแผนภูมิแท่ง
ค. นำเสนอในรูปแบบกราฟแผนภูมิวงกลม
ง. นำเสนอในรูปแบบวาดภาพหรือสร้างแบบจำลอง</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><th>จำนวนเวลา</th><th>อุณหภูมิของสาร A</th><th>อุณหภูมิของสาร B</th></tr>
<tr><td>0 วินาที</td><td>28 องศาเซลเซียล</td><td>28 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>1 นาที</td><td>29 องศาเซลเซียล</td><td>29.5 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>2 นาที</td><td>30 องศาเซลเซียล</td><td>32 องศาเซลเซียล</td></tr>
<tr><td>3 นาที</td><td>31 องศาเซลเซียล</td><td>32.5 องศาเซลเซียล</td></tr>
</table>
4. ข้อมูลดังตาราง เมื่อนำไปทำเป็นกราฟ ข้อใดนำเสนอในรูปแบบของกราฟได้ถูกต้อง
ก.
 

ข.
 
</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

ทักษะ	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
	ค.  ง.  				

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทักษะ	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
	5. แบบจำลองใดแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงอนุภาคของสสาร จากของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว ก.  ข.  ค. ง.				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

จากการประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

☐ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ทดลองได้

☐ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปใช้ทดลอง

☐ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และคำถามท้ายบทเรียนยังไม่มีความเหมาะสม

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการตรวจสอบคุณภาพโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
ช่วยให้ฉันเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้ฉันมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้ฉันกำหนดขอบเขตของการทดลอง	+1	0	+1	0	+1	0.60
ช่วยให้ฉันกำหนดตัวแปรได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้ฉันควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้ฉันสามารถสรุปผลจากการทดลองได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้ฉันออกแบบการทดลองได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้ฉันบันทึกผลและสรุปการทำการทดลองได้	+1	0	+1	0	+1	0.60
ช่วยให้ฉันสามารถเสนอแนวคิดรวบยอดได้	+1	0	+1	+1	+1	0.80
สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยลดระยะเวลาในการทดลองได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถทดลองซ้ำๆ ได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์ สารเคมีต่าง ๆ	0	+1	+1	+1	0	0.60
ฉันรู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง	+1	+1	0	+1	+1	0.80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการตรวจสอบคุณภาพโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ตนเองเบื้องต้น	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
มีฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถใช้งานได้กับทุกแพลตฟอร์ม	+1	0	+1	0	+1	0.60
ความเสถียรของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง	+1	0	+1	+1	+1	0.80
ใช้เป็นการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	+1	0	0.80
สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นหรือครูได้	+1	+1	+1	0	+1	0.80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการตรวจสอบคุณภาพโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความต้องการจำเป็นในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของครูผู้สอนระดับชั้นมัธยมศึกษา

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
ช่วยให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้นักเรียนมีทิศทางในการทดลองหาคำตอบ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้กำหนดขอบเขตของการทดลอง	+1	0	+1	0	+1	0.60
ช่วยให้นักเรียนกำหนดตัวแปรได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้นักเรียนควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลองได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้นักเรียนออกแบบการทดลองได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยให้นักเรียนบันทึกผลและสรุปการทำการทดลองได้	+1	0	+1	0	+1	0.60
ช่วยให้นักเรียนสามารถเสนอแนวคิดรวบยอดได้	+1	0	+1	+1	+1	0.80
ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้นอกสถานที่ได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ช่วยลดระยะเวลาในการทดลองได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
นักเรียนสามารถทดลองซ้ำๆ ได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถลดต้นทุนด้านอุปกรณ์ สารเคมีต่าง ๆ	0	+1	+1	+1	0	0.60
ช่วยให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยจากอันตรายจากการทดลอง	+1	+1	0	+1	+1	0.80

ผลการตรวจสอบคุณภาพโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลในการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของของครูผู้สอนระดับชั้นมัธยมศึกษา

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
เนื้อหาครอบคลุมชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
มีตัวละครดำเนินเรื่องของบทเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
มีแบบทดสอบเพื่อให้ประเมินความรู้ของนักเรียนเบื้องต้น	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
การออกแบบสวยงาม น่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
มีฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถใช้งานได้กับทุกแพลตฟอร์ม	+1	0	+1	0	+1	0.60
ความเสถียรของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับนักเรียนในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง	+1	0	+1	+1	+1	0.80
สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	0	0.80
สามารถเรียนรู้นอกสถานที่ได้ เข้าเรียนได้ตลอดเวลา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
สามารถสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับนักเรียนได้	+1	+1	+1	0	+1	0.80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการตรวจสอบโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
ข้อที่ 1	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 2	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 3	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 4	+1	+1	0	0.67
ข้อที่ 5	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 6	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 7	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 8	0	+1	+1	0.67
ข้อที่ 9	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 10	+1	+1	+1	1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการตรวจสอบคุณภาพโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
ข้อที่ 1	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 2	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 3	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 4	+1	+1	0	0.67
ข้อที่ 5	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 6	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 7	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 8	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 9	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 10	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 11	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 12	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 13	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 14	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 15	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 16	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 17	+1	0	+1	0.67
ข้อที่ 18	+1	+1	0	0.67
ข้อที่ 19	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 20	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 21	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 22	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 23	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 24	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 25	+1	0	+1	0.67
ข้อที่ 26	+1	+1	+1	1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
ข้อที่ 27	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 28	+1	+1	+1	1.00
ข้อที่ 29	+1	+1	0	0.67
ข้อที่ 30	+1	+1	+1	1.00

ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

รายละเอียด	ผู้เชี่ยวชาญ			$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
	1	2	3			
1. สาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์สาระสำคัญ และผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
2. มาตรฐานการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
3. ตัวชี้วัดมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
4. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
6. กระบวนการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
7. สื่อการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
8. มีการนำโมไบล์แอปพลิเคชันที่ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
9. การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
10. ความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนแบบผสมผสานด้วย 5E ในการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
รวม				**4.77**	**0.58**	ดีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการทดลองหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

ข้อสอบ	$\bar{x}$	S.D.	If item dropped Cronbach's Alpha
ข้อที่ 1	.55	.510	.963
ข้อที่ 2	.50	.513	.961
ข้อที่ 3	.65	.489	.961
ข้อที่ 4	.35	.489	.962
ข้อที่ 5	.55	.510	.960
ข้อที่ 6	.45	.510	.960
ข้อที่ 7	.40	.503	.960
ข้อที่ 8	.60	.503	.962
ข้อที่ 9	.60	.503	.963
ข้อที่ 10	.75	.444	.962
ข้อที่ 11	.25	.444	.962
ข้อที่ 12	.70	.470	.963
ข้อที่ 13	.50	.513	.960
ข้อที่ 14	.45	.510	.961
ข้อที่ 15	.40	.503	.960
ข้อที่ 16	.70	.470	.963
ข้อที่ 17	.45	.510	.960
ข้อที่ 18	.30	.470	.962
ข้อที่ 19	.70	.470	.961
ข้อที่ 20	.60	.503	.960
ข้อที่ 21	.55	.510	.961
ข้อที่ 22	.50	.513	.961
ข้อที่ 23	.40	.503	.961
ข้อที่ 24	.40	.503	.960
ข้อที่ 25	.55	.510	.963
ข้อที่ 26	.75	.444	.962
ข้อที่ 27	.70	.470	.961

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อสอบ	$\bar{x}$	S.D.	If item dropped Cronbach's Alpha
ข้อที่ 28	.50	.513	.960
ข้อที่ 29	.45	.510	.960
ข้อที่ 30	.65	.489	.962
	รวม		**.962**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดลองหาค่าดัชนีความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก N = 20		ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
	คะแนนกลุ่มสูง	คะแนนกลุ่มต่ำ		
ข้อที่ 1	8	3	.55	.50
ข้อที่ 2	9	1	.50	.80
ข้อที่ 3	10	3	.65	.70
ข้อที่ 4	6	1	.35	.50
ข้อที่ 5	10	1	.55	.90
ข้อที่ 6	9	0	.45	.90
ข้อที่ 7	8	0	.40	.80
ข้อที่ 8	9	3	.60	.60
ข้อที่ 9	8	4	.60	.40
ข้อที่ 10	10	5	.75	.50
ข้อที่ 11	5	0	.25	.50
ข้อที่ 12	9	5	.70	.40
ข้อที่ 13	9	1	.50	.80
ข้อที่ 14	8	1	.45	.70
ข้อที่ 15	8	0	.40	.80
ข้อที่ 16	9	5	.70	.40
ข้อที่ 17	9	0	.45	.90
ข้อที่ 18	6	0	.30	.60
ข้อที่ 19	10	4	.70	.60
ข้อที่ 20	10	2	.60	.80
ข้อที่ 21	9	2	.55	.70
ข้อที่ 22	8	2	.50	.60
ข้อที่ 23	7	1	.40	.60
ข้อที่ 24	8	0	.40	.80
ข้อที่ 25	8	3	.55	.50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก N = 20		ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
	คะแนนกลุ่มสูง	คะแนนกลุ่มต่ำ		
ข้อที่ 26	10	5	.75	.50
ข้อที่ 27	10	4	.70	.60
ข้อที่ 28	9	1	.50	.80
ข้อที่ 29	8	1	.45	.70
ข้อที่ 30	9	4	.65	.50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการประเมินคุณภาพสื่อโมไบล์แอปพลิเคชันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รายละเอียด	**ผู้เชี่ยวชาญ**						$\bar{x}$	S.D.	**ระดับ**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**			
1. มีความถูกต้อง / สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	5	4.50	.55	ดีมาก
2. มีความถูกต้อง / สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา	5	5	5	4	5	5	4.83	.41	ดีมาก
3. มีความถูกต้อง / สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนการสอน	5	5	5	4	5	5	4.83	.41	ดีมาก
4. มีความถูกต้อง / สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	4	4	5	5	4.67	.52	ดีมาก
5. มีความทันสมัย แปลกใหม่ แตกต่างจากที่เรียนปกติ	4	5	4	5	5	5	4.67	.52	ดีมาก
6. กระตุ้นให้เกิดการคิด เรียนรู้ด้วยตนเอง	5	5	5	5	5	4	4.83	.41	ดีมาก
7. สื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ และพัฒนาความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	4	4.83	.41	ดีมาก
8. แบบตัวอักษรเหมาะสมและง่ายต่อการอ่าน	5	5	5	5	5	4	4.83	.41	ดีมาก
9. สีของตัวอักษรและพื้นหลังมีความเหมาะสม	4	5	4	5	5	5	4.67	.52	ดีมาก
10. ขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสมกับหน้าจอ	4	4	5	5	5	5	4.67	.52	ดีมาก
11. ภาพประกอบมีความเหมาะสม	5	4	4	5	5	5	4.67	.52	ดีมาก
12. การจัดวางองค์ประกอบแต่ละส่วนในหน้าจอมีความเหมาะสม	5	4	5	5	5	4	4.67	.52	ดีมาก
13. การสื่อสารผ่านปุ่มและสัญลักษณ์ต่างๆ สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้อง	4	4	5	5	5	4	4.50	.55	ดีมาก
14. สื่อที่มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5	5.00	.00	ดีมาก
15. สะดวก ง่ายต่อการใช้งาน	5	5	4	5	5	4	4.67	.52	ดีมาก
รวม							**4.72**	**.15**	ดีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รายด้านก่อนเรียนและหลังเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางแสดง ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รายด้านก่อนเรียนและหลังเรียน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test	Sig.
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	**5**	**1.47**	**0.68**	**3.33**	**0.88**	**13.17**	**.000**
ข้อที่ 1	1	0.47	0.51	0.73	0.45	2.81	.009
ข้อที่ 2	1	0.33	0.48	0.73	0.45	4.40	.000
ข้อที่ 3	1	0.33	0.48	0.83	0.38	5.39	.000
ข้อที่ 4	1	0.27	0.45	0.53	0.51	3.25	.000
ข้อที่ 5	1	0.07	0.25	0.50	0.51	4.71	.000
ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ	**5**	**1.53**	**0.63**	**3.50**	**0.94**	**10.78**	**.000**
ข้อที่ 6	1	0.30	0.49	0.60	0.50	2.97	.006
ข้อที่ 7	1	0.53	0.51	0.77	0.43	2.97	.006
ข้อที่ 8	1	0.30	0.47	0.67	0.48	4.10	.000
ข้อที่ 9	1	0.17	0.38	0.77	0.43	6.60	.000
ข้อที่ 10	1	0.17	0.38	0.70	0.47	5.76	.000
ทักษะการกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร	**5**	**1.50**	**0.57**	**3.40**	**0.67**	**12.32**	**.000**
ข้อที่ 11	1	0.37	0.49	0.53	0.51	2.41	.023
ข้อที่ 12	1	0.40	0.50	0.80	0.41	4.40	.000
ข้อที่ 13	1	0.23	0.43	0.77	0.43	5.76	.000
ข้อที่ 14	1	0.17	0.38	0.57	0.50	3.89	.001
ข้อที่ 15	1	0.33	0.48	0.73	0.45	4.40	.000
ทักษะการทดลอง	**5**	**1.73**	**0.91**	**3.37**	**0.89**	**12.45**	**.000**
ข้อที่ 16	1	0.50	0.51	0.73	0.45	2.97	.006
ข้อที่ 17	1	0.47	0.51	0.70	0.47	2.97	.006
ข้อที่ 18	1	0.20	0.41	0.57	0.50	4.10	.000
ข้อที่ 19	1	0.30	0.47	0.67	0.48	4.10	.000
ข้อที่ 20	1	0.27	0.45	0.70	0.47	4.71	.000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test	Sig.
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	**5**	**1.50**	**0.57**	**3.37**	**0.99**	**12.48**	**.000**
ข้อที่ 21	1	0.43	0.50	0.60	0.50	2.41	.023
ข้อที่ 22	1	0.37	0.49	0.77	0.43	4.40	.000
ช้อที่ 23	1	0.40	0.50	0.67	0.48	3.25	.003
ข้อที่ 24	1	0.17	0.38	0.80	0.41	7.08	.000
ข้อที่ 25	1	0.13	0.35	0.53	0.51	4.40	.000
ทักษะการสร้างแบบจำลอง	**5**	**1.60**	**0.89**	**3.57**	**1.07**	**12.10**	**.000**
ข้อที่ 26	1	0.40	0.50	0.73	0.45	3.81	.001
ข้อที่ 27	1	0.37	0.49	0.80	0.41	4.71	.000
ข้อที่ 28	1	0.30	0.47	0.60	0.50	3.53	.001
ข้อที่ 29	1	0.20	0.41	0.80	0.41	6.60	.000
ข้อที่ 30	1	0.33	0.48	0.63	0.48	3.53	.001
รวม	**30**	**9.33**	**2.75**	**20.53**	**4.25**	**24.57**	**.000**

* $p < .05$

จากตารางพบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รายข้อคำถามในแต่ละด้านพบเช่นเดียวกันว่ามีคะแนนเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายณัฐพล สิงสุข
วัน เดือน ปี เกิด	1 กันยายน 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดอำนาจเจริญ
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต คณะครุศาสตร์ สาขาเคมีและวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ที่อยู่ปัจจุบัน	กรุงเทพมหานคร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY