การพัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม เรื่อง ไอโซเมอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

THE DEVELOPMENT OF ISOCHEM GAME APPLICATION ON ISOMERISM TO ENHANCE LEARNING ACHIEVEMENT OF THE TWELFTH GRADE STUDENTS

ปัณณิดา ประสานสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การพัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม เรื่อง ไอโซเมอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ปัณณิดา ประสานสอน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE DEVELOPMENT OF ISOCHEM GAME APPLICATION ON ISOMERISM TO ENHANCE LEARNING ACHIEVEMENT OF THE TWELFTH GRADE STUDENTS

PANNIDA PRASANSON

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF EDUCATION

(Chemistry)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม เรื่อง ไอโซเมอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ของ

ปัณณิดา ประสานสอน

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก

(อาจารย์ ดร.ชัชฎาภรณ์ พิณทอง)

..... ประธาน

()

..... ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ดร.อิทธิพล สังเวียนวงศ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม เรื่อง ไอโซเมอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	ปัณณิดา ประสานสอน
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. ชัชฎาภรณ์ พิณทอง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. อิทธิพล สังเวียนวงศ์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) การดำเนินการทดลองครั้งนี้ใช้แผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามเพื่อใช้สอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับปัญหาในการจัดการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน แอปพลิเคชันเกม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และแบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าสถิติ t-test และ ANOVA ผลการวิจัยพบว่า 1) แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ และตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ 2) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ อยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

คำสำคัญ : แอปพลิเคชันเกม, ห้องเรียนกลับด้าน, เทคโนโลยีเออาร์, เคมีอินทรีย์, ไอโซเมอร์

Title	THE DEVELOPMENT OF ISOCHEM GAME APPLICATION ON ISOMERISM TO ENHANCE LEARNING ACHIEVEMENT OF THE TWELFTH GRADE STUDENTS
Author	PANNIDA PRASANSON
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Dr. Chatchadaporn Pinthong
Co Advisor	Dr. Itthipol Sungwienwong

The objective of this research are as follows: (1) to develop game application for learning about isomers in organic chemistry collaborated with the flipped classroom; (2) to compare the pre-results and a post-results of the learning satisfaction of the twelfth grade students studying the topic of isomers of organic chemistry by using the game application with the flipped classroom; and (3) to study the learning satisfaction of students towards the game application with the flipped classroom. The total sample was 30 twelfth grade students of Bodindecha (Sing Singhaseni) school and selected by purposive sampling. The research used the One Group Pretest-Posttest Design. The instruments used in this research was the survey of expert opinions about teaching problems and learning chemistry: isomers, the game application, the flipped classroom model, a practical isomers test to measure the learning satisfaction of students regarding learning achievement, the survey of the learning satisfaction of the students toward the game application with the flipped classroom, and the questionnaire on the game application with the flipped classroom.The data were analyzed by percentage, mean, standard deviation, a t-test and ANOVA. The results revealed the following: (1) the design, application and the instruction manual with the flipped classroom could be achieved according to the requirements of the users within the specified scope of the study; (2) the academic achievement skills of students after using the game application through the flipped classroom was significantly higher at a .05 level of the isomers; and (3) the opinions of the students toward the application with the flipped classroom were generally high with a mean = 4.26 and a deviation score = 0.55.

Keyword : game application, augmented reality, flipped classroom, organic chemistry, isomers

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและการช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร. ชัชฎาภรณ์ พิณทอง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. อิทธิพล สังเวียนวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยทุกครั้งที่ประสบปัญหาในการทำปริญญานิพนธ์เสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความกรุณามา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. จิรพิพัฒน์ ธัญพงษ์ภัทร ที่ให้ความกรุณาเป็นประธานในการสอบปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการในการสอบปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ เพื่อให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. จิรพิพัฒน์ ธัญพงษ์ภัทร อาจารย์ ดร. กุลวดี ดลโสภณ และอาจารย์ณัฏฐณี ศิริโชติ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย โดยให้คำปรึกษา คำแนะนำและแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครูที่ให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลอง และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือและดำเนินการทดลอง ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จและลุล่วงไปด้วยดี

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากทุนรายได้คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2564 และทุนการเข้าร่วมประชุมนำเสนอผลงานของนิสิตบัณฑิตศึกษา ปีงบประมาณ 2565 ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเป็นอย่างยิ่งและหวังว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ทางการศึกษา

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา น้องชาย และสมาชิกในครอบครัวที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนทั้งทางด้านการศึกษา กำลังกาย และกำลังใจ คุณค่าและประโยชน์จากการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ที่ได้คอยอบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

ปัณณิดา ประสานสอน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของงานวิจัย 8

ความสำคัญของการวิจัย 8

ขอบเขตของการวิจัย 8

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 8

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง 8

ตัวแปรที่ศึกษา 8

เนื้อหา 9

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา 9

นิยามศัพท์เฉพาะ 9

กรอบแนวความคิดในการวิจัย 11

สมมติฐานการวิจัย 12

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไอโซเมอร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 14
แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน 19
ระบบชั้นเรียนออนไลน์ Google Classroom 27
แอปพลิเคชัน 31
เกม 37
เทคโนโลยีเออาร์ (Augmented Reality) 45
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 48
ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ 53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 57
การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง 57
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 58
แบบแผนการทดลอง 76
การเก็บรวบรวมข้อมูล 76
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 78
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 83
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 83
บทที่ 5 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 102
ความมุ่งหมายของการวิจัย 102
สมมติฐานในการวิจัย 102
ขอบเขตของการวิจัย 102
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 103
วิธีดำเนินการวิจัย 104

สรุปผลการวิจัย 105
อภิปรายผลการวิจัย 105
ข้อเสนอแนะ 114
บรรณานุกรม 116
ภาคผนวก 127
ภาคผนวก ก 128
ภาคผนวก ข 130
ภาคผนวก ค 136
ภาคผนวก ง 150
ภาคผนวก จ 153
ประวัติผู้เขียน 156

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงแผนปฏิบัติการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 58

ตาราง 2 แสดงจำนวนคาบของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 61

ตาราง 3 แสดงแบบแผนการทดลอง 76

ตาราง 4 ผลการสัมภาษณ์ผู้สอนวิชาเคมี สำหรับการใช้เทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอน 83

ตาราง 5 การเปรียบเทียบนวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอน 84

ตาราง 6 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน 87

ตาราง 7 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 89

ตาราง 8 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) 90

ตาราง 9 แสดงการทดสอบรายคู่ โดยวิธี LSD 90

ตาราง 10 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนโดยวิธี Normalized Gain 92

ตาราง 11 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 93

ตาราง 12 ผลการสัมภาษณ์ด้านเจตคติของนักเรียนต่อการใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์. 96

ตาราง 13 ผลการสัมภาษณ์ในด้านการวัดเจตคติของนักเรียนต่อบทบาทในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ 97

ตาราง 14 ผลการสัมภาษณ์ในด้านการวัดเจตคติของนักเรียนต่อการใช้แอปพลิเคชันเกมในห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องไอโซเมอร์ 99

ตาราง 15 ผลการประเมินสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ 132

ตาราง 16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ในหัวข้อ ความหมายและประเภทของไอโซเมอร์ 137

ตาราง 17 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ในหัวข้อ ไอโซเมอร์โครงสร้าง 138

ตาราง 18 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ในหัวข้อ สเตอริโอไอโซเมอร์ 139

ตาราง 19 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ในหัวข้อ การประยุกต์ความรู้ไอโซเมอร์ 140

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ด้านการออกแบบ .. 141

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน 142

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ด้านเนื้อหา 143

ตาราง 23 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ 144

ตาราง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (*p*) ค่าอานาจจำแนก (*r*) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ 147

ตาราง 25 ผลคะแนนสอบของนักเรียนที่ได้จากการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 151

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย 11
ภาพประกอบ 2 แสดงการเปรียบเทียบห้องเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน 22
ภาพประกอบ 3 แสดงโมเดลห้องเรียนแบบกลับด้าน (Flipped Classroom Model) 23
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างกระบวนการทำงานของ Google Classroom 28
ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ 69

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันนี้ โลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา นับตั้งแต่การก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เป็นต้นมา หลายสิ่งเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมาก ตั้งแต่เรื่องของการปฏิวัติเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Disruption) ไปจนถึงเรื่องของการปฏิวัติอาชีพ (Career Disruption) ทำให้วิถีชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนไป รวมไปถึงเรื่องการศึกษาที่เริ่มปรับเปลี่ยนรูปแบบตลอดจนมีสาขาวิชาหลากหลายที่พัฒนาทักษะใหม่ๆ ในศตวรรษที่ 21 (ธาดา รัชกิจ, 2562) การพัฒนาการศึกษาเป็นหนึ่งในแรงขับเคลื่อนสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (Human Resource Development) ถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาองค์กรตลอดจนประเทศชาติ ซึ่งการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มนุษย์สามารถที่จะเรียนรู้ในสังคมแห่งการเรียนรู้ที่ไม่มีวันหยุดนิ่ง และพัฒนาตนเองได้ตลอดเวลา

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เน้นการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะ และทักษะที่มีความจำเป็นต่อผู้เรียน คือ ทักษะชีวิต ทักษะการทำงาน ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และทักษะด้านสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เข้ามามีบทบาทอย่างมากในวงการศึกษาทั้งในปัจจุบันและอนาคต ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตลอดเวลา ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 ต้องเป็นการฝึกและลงมือทำด้วยตนเอง ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนในทุกรายวิชาจะต้องเป็นการฝึกและลงมือทำ Learning by Doing and Thinking (สุวณี อึ่งวรากร, 2558) มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือนวัตกรรมที่ทันสมัยเพื่อเพิ่มคุณภาพในการเรียนรู้ สำหรับในการพัฒนาระบบการศึกษานั้น รัฐบาลหรือผู้บริหารสถานศึกษาจะต้องให้ความสำคัญกับการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลงานการวิจัยพัฒนาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์อย่างเข้มข้น รวมทั้งให้ความสำคัญกับการพัฒนาสภาวะแวดล้อมหรือปัจจัยพื้นฐานที่เอื้ออำนวยทั้งการลงทุนด้านวิจัยพัฒนา การพัฒนาบุคลากรวิจัย โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มุ่งเน้นให้เกิดการออกแบบ ทดลอง สร้างสรรค์นวัตกรรมและองค์ความรู้ใหม่ๆ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) จากที่กล่าวมาพบว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) มีบทบาทอย่างมากต่อการศึกษา โดยในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้มีการจัดการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศให้กับผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ดังนั้น ผู้สอนควรปรับกระบวนการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการพัฒนาขีดความสามารถของผู้เรียนได้แสดงศักยภาพของตนตามจุดประสงค์การเรียนรู้แต่

ละระดับ ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้มีบทบาทโดยตรงกับการจัดการศึกษา โดยสามารถแสดงข้อมูลข่าวสารได้ทั้งในรูปแบบของเสียง ข้อมูล ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอ ทำให้การเรียนรู้ในยุคใหม่ประสบความสำเร็จอย่างรวดเร็ว (ยืน ภู่วรวรรณ และ สมชาย นำประเสริฐชัย, 2546) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎี ขอบเขต ผ่านกระบวนการคิด ค้นคว้า และใช้ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม จากสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันผสานเข้ากับข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ที่ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง เพิ่มโอกาสพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เป็นการต่อยอดจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาในอนาคต การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานโดยความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ซึ่งในการเรียนวิชาเคมีมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด พัฒนาทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า คิดค้นทางเทคโนโลยี กระบวนการคิดความสามารถในการแก้ปัญหา การจัดการ ทักษะในการสื่อสาร ความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการ และความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) นอกจากนี้วิชาเคมียังเป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ ที่มีความสำคัญ วิชาเคมีจึงมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิต และการอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข (Helmenstine, 2019)

เนื่องจากธรรมชาติของวิชาเคมีมีความเป็นนามธรรมสูง เนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับสมบัติ และการเปลี่ยนแปลงของสสารในระดับอะตอม หรือโมเลกุล ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Gilbert, 2006) ซึ่งนักเคมีได้อธิบายพฤติกรรมของสารใน 3 ระดับ ประกอบด้วยระดับมหภาค (macroscopic level) ระดับกึ่งจุลภาค (semi-microscopic level) และระดับสัญลักษณ์ (symbolic level) เพื่ออธิบายให้เข้าใจง่ายขึ้น (Johnstone, 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเคมีอินทรีย์ซึ่งเป็นเนื้อหาที่บรรจุไว้ในสาระที่ 5 มาตรฐาน ว 5.2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เคมีอินทรีย์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง คุณสมบัติองค์ประกอบ การเรียกชื่อ ไอโซเมอร์ และปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์ซึ่งเป็นเรื่องที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานไปเรียนในระดับอุดมศึกษา

โดยเฉพาะผู้เรียนที่เรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังใช้เป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้แนวคิดเรื่องอื่นๆ เช่น สารชีวโมเลกุล เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ จากสาเหตุนี้จึงทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อเรื่อง ไอโซเมอร์ (ธณัฏฐา คงทน, บุญนาค สุขุมเมฆ, และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2559) สอดคล้องกับปัญหาการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ไอโซเมอร์ของ Stopnicki (2012) ที่รายงานว่า ผู้เรียนที่เรียนเรื่อง ไอโซเมอร์ ผ่านมาแล้วยังมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในหัวข้อต่างๆ ดังนี้ 1.ผู้เรียนระบุไม่ได้ว่าสารใดเป็นไอโซเมอร์กัน 2. ผู้เรียนเข้าใจว่า สารที่เป็นไอโซเมอร์กัน คือ สารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน โดยมีสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีเหมือนกัน 3. ในหัวข้อไอโซเมอร์โครงสร้าง เมื่อเปรียบเทียบสูตรโครงสร้างแบบลิวอิสผสมแบบย่อของสาร 2 สาร ผู้เรียนบางส่วนไม่สามารถระบุได้ว่า สารทั้งสองเป็นไอโซเมอร์ หรือเป็นสารเดียวกัน 4. ผู้เรียนไม่สามารถระบุไอโซเมอร์ได้ เมื่อให้สูตรโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน 5. ในหัวข้อไอโซเมอร์เรขาคณิต เมื่อระบุสูตรโครงสร้างแบบย่อ ผู้เรียนไม่สามารถระบุได้ว่า เป็นโครงสร้างแบบ cis- หรือ trans- 6. ในหัวข้อ Stereoisomer ผู้เรียนบางส่วนยังมีความเข้าใจไม่ครบถ้วน ผู้สอนควรมีสื่อนวัตกรรม หรือกิจกรรมเสริมในการเรียน เพื่อสร้างความเข้าใจในเรื่อง ไอโซเมอร์ 7. ผู้เรียนไม่สามารถเรียกชื่อระบบ IUPAC ของสารประกอบไอโซเมอร์ได้ 8. ผู้เรียนไม่เข้าใจถึงความสำคัญของการเรียนไอโซเมอร์ เช่นเดียวกับ Schmidt พบว่า ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง ไอโซเมอร์ ยกตัวอย่างเช่น สารประกอบอีเทอร์และแอลกอฮอล์ ผู้เรียนตัดสินไม่ได้ว่า สารประกอบอีเทอร์และแอลกอฮอล์เป็นไอโซเมอร์กัน และผู้เรียนเข้าใจว่า สารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน ควรมีสูตรโครงสร้างเหมือนกัน เนื่องจากไม่เห็นภาพอะตอม และไม่เห็นการเชื่อมต่อระหว่างสายโซ่คาร์บอนกับอะตอมอื่น (Schmidt, 1995) นอกจากนี้ในหัวข้อไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometric isomers) ผู้สอนอธิบายด้วยโครงสร้าง 2 มิติที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเพียงอย่างเดียว ซึ่งยากต่อผู้เรียนในการทำความเข้าใจ จึงทำให้เกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Locatelli, 2014) ดังนั้น ผู้สอนวิชาเคมีจึงต้องมีวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learners Center) เน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา มีการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน พัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ (Bergmann, 2012) เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติหลากหลายรูปแบบ สามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้สอนควรลดบทบาทในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนในลักษณะการบรรยายลง และเพิ่มบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมต่างๆ รวมถึงการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเรียนรู้ (Freeman, 2004) นอกจากนี้การใช้สื่อนวัตกรรมที่ทันสมัย เช่น แอปพลิเค

ชัน (Application) มีส่วนช่วยให้การเรียนวิชาเคมีมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลมากขึ้น (Winter, 2016)

สภาพการเรียนการสอนเคมีในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังเห็นได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ เอซีเอส วิชา เคมี (ACS Chemistry Exam) ซึ่งเป็นการสอบมาตรฐานระดับประเทศ สำหรับหลักสูตรเคมี ตั้งแต่ในโรงเรียนมัธยมจนถึงหลักสูตรเคมีระดับปริญญาตรีทั้งหมดของสหรัฐอเมริกา ซึ่งหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาหลายแห่งใช้การสอบ เอซีเอส เพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนที่เริ่มเรียนระดับบัณฑิตศึกษา พบว่า ในปี 2010-2016 ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบไม่ถึง 50 % ซึ่งถือว่า อยู่ในช่วงคะแนนที่ต่ำ (ACS Division of Chemical Education Examinations Institute, 2019) และจากค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ เอสเอที วิชา เคมี (SAT Subject Test Chemistry) ซึ่งเป็นการสอบมาตรฐานสำหรับการรับเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาในระบบการศึกษาของสหรัฐอเมริกา พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบในแต่ละปี คือ 50-55 % และมีค่าเฉลี่ยต่ำเมื่อเทียบกับวิชาอื่นๆ เช่น คณิตศาสตร์ ชีววิทยา (The College Board, 2020) เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยคะแนนสอบการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2562 โดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) พบว่า ส่วนใหญ่จะมีปัญหาในวิชาหลัก ได้แก่ วิชาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ค่าเฉลี่ยในแต่ละรายวิชาไม่ถึง 50 % โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ในหัวข้อสารชีวโมเลกุล ปิโตรเลียม และพอลิเมอร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำ และต่ำลงเมื่อเทียบกับค่าคะแนนเฉลี่ยของปีก่อนๆ นอกจากนี้คะแนนเฉลี่ยของการสอบ PAT 2 (Professional and Academic Aptitude Test 2) ซึ่งเป็นการทดสอบวิชาความถนัดทางวิชาการและวิชาชีพในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาเป็นส่วนหนึ่งในการประกอบการพิจารณาคัดเลือกเข้าศึกษาต่อของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ พบว่า ในปีการศึกษา 2560-2562 ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวิชาเคมี ไม่ถึง 50 % (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) เมื่อพิจารณาจากเนื้อหาและตัวชี้วัดของข้อสอบ พบว่า ในแต่ละปีเนื้อหาเคมีอินทรีย์เป็นหนึ่งในเนื้อหาที่ออกสอบเป็นประจำ มีสัดส่วนของจำนวนข้อสอบสูงเมื่อเทียบกับเนื้อหาอื่นในรายวิชาเคมี เนื้อหาเคมีอินทรีย์ประกอบด้วยการเรียกชื่อ สมบัติ ปฏิกิริยา และไอโซเมอร์ของสารประกอบอินทรีย์ โดยเฉพาะเนื้อหาไอโซเมอร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญของเคมีอินทรีย์ ซึ่งความรู้และความเข้าใจในเรื่องไอโซเมอร์สามารถประยุกต์และเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาในส่วนอื่นของเคมีอินทรีย์ แต่จากผลการสอบข้างต้นสะท้อนความจริงในเรื่องคุณภาพการศึกษาวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาการเรียน เรื่อง ไอโซเมอร์ ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

โดยการสำรวจผู้สอนวิชาเคมี พบว่า ผู้เรียนขาดแรงจูงใจ ขาดความกระตือรือในการเรียน ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้ทางด้านเคมีที่แตกต่างกัน ผู้เรียนบางส่วนไม่ชอบเรียนวิชาเคมี โดยมองว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่ยาก มีเนื้อหาทั้งความจำและการคำนวณ มีแนวคิดที่หลากหลาย ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ ขาดความสนใจในการเรียนวิชาเคมี ประกอบกับโดยธรรมชาติผู้เรียนในชั้นเรียนเดียวกันมีความแตกต่างกันมาก มีความถนัดและความชอบที่แตกต่างกัน ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานในวิชาเคมีมาก่อนแล้ว ในขณะที่ผู้เรียนบางส่วนยังขาดพื้นฐานทางเคมี ซึ่งรูปแบบการสอนในห้องเรียนปกติ มีข้อจำกัดในด้านเวลาและเนื้อหา ทำให้ขาดความท้าทายแก่ผู้เรียนกลุ่มดังกล่าว และผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการนำความรู้ประยุกต์ใช้ ทั้งที่วิชาเคมีเป็นอีกหนึ่งวิชาที่ผู้สอนสามารถใช้สื่อการสอนให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและคิดวิเคราะห์ได้ดี แต่พบปัญหาว่า ผู้สอนยังขาดเทคนิควิธีการสอนที่หลากหลาย ขาดสื่อนวัตกรรมที่ทันสมัยในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ไอโซเมอร์ นอกจากนี้สาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งอาจเนื่องมาจากรูปแบบการสอนของผู้สอนที่ยังเน้นการสอนแบบบรรยาย เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ฝ่ายเดียว กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติค่อนข้างน้อย ไม่ได้มีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับเพื่อนร่วมชั้น

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556) ได้เสนอแนวทางรูปแบบการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการสอนโดยที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการบ้านที่ได้รับผ่านการเรียนด้วยตนเองจากสื่อวิดีโอ สื่อการสอน หรือจากเว็บไซต์ที่ผู้สอนกำหนดให้นอกชั้นเรียนหรือที่บ้าน ส่วนการเรียนในชั้นเรียนจะเป็นการเรียนแบบสืบค้นหาความรู้ที่ได้รับร่วมกันกับเพื่อนร่วมชั้น โดยผู้เรียนนำงานหรือการบ้านที่ได้รับมอบหมายมาทำที่ห้องเรียน ฝึกคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา โดยมีผู้สอนเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mooring (2016) ได้ทำการทดลองสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยให้ผู้เรียนศึกษาวีดิทัศน์จากที่บ้านแทนการบรรยายในห้องเรียน ในห้องเรียนจะมีกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ ฝึกการคิดการแก้ปัญหา หรือการอภิปรายร่วมกัน ผลการวิจัย พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความพึงพอใจต่อรูปแบบการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสื่อ หรือแหล่งเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น และมีแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น และจากการวิจัยของ Shattuck (2019) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเรียนรู้ และความท้าทายในการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ความสามารถในการเรียนรู้ และความท้าทายในการเรียนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ รวมทั้ง

งานวิจัยของ Bokosmaty (2019) ได้ทำการทดลองสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในรายวิชาเคมี พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นจากเดิมที่เรียนรูปแบบปกติ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนมากขึ้น และผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

กระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และนำความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านสมองไปใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น (ทิศนา แขมมณี, 2544) โดย Bloom (1956) ได้เสนอพฤติกรรมทางพุทธิพิสัย 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสามารถพัฒนาได้จากการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย สร้างบรรยากาศของการเรียนรู้ร่วมกัน เช่น การแลกเปลี่ยนความคิด การแก้ปัญหา ซึ่งแนวการเรียนดังกล่าวสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

Fautch (2015) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น โดยการทำกิจกรรม การอภิปรายร่วมกันกับเพื่อน และผู้สอนในชั้นเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hwang (2015) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้เทคโนโลยีมือถือที่มีผลต่อกลวิธีการเรียนรู้ พบว่า ก่อนเข้าชั้นเรียน ผู้เรียนดูวีดิทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหา และค้นคว้าความรู้พื้นฐานผ่านทางมือถือ จนสามารถสะท้อนความคิดเห็นในชั้นเรียน ซึ่งเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในระดับที่สูงขึ้น อีกทั้งห้องเรียนกลับด้าน ทำให้ผู้เรียนมีเวลามากขึ้นในการทำกิจกรรม ตอบคำถาม สรุปข้อมูล การอภิปรายในชั้นเรียน และจากการวิจัยของ (DeMatteo, 2019) ได้ทำการทดลองโดยใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับวิธีการสอนแบบ POGIL (Process Oriented Guided Inquiry Learning) ในวิชา เคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงขึ้น

จากการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้เนื้อหามาก่อนถึงชั่วโมงเรียน ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีการรับรู้ที่แตกต่างกัน ผู้เรียนที่สามารถเข้าใจเนื้อหาได้เร็ว ศึกษาสื่อการเรียนเพียง 1-2 ครั้ง สำหรับผู้เรียนที่เรียนรู้ช้า สามารถศึกษาสื่อการเรียนรู้จำนวนกี่ครั้งก็ได้จะหยุดช่วงไหน หรือย้อนกลับได้ตลอดเวลา (วิจารณ์ พานิช, 2556) ส่งผล

ให้เมื่อถึงชั่วโมงเรียน ผู้เรียนแต่ละคนมีความพร้อมในการทำกิจกรรมในห้องเรียน ทำให้กิจกรรมในห้องเรียนเกิดความราบรื่น และผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ไปพร้อมกันได้ อีกทั้งผู้เรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับเพื่อนร่วมชั้น จึงสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้งานแอปพลิเคชันเกมเป็นวิธีการมุ่งให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจต่อการเรียนมากขึ้น และช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมให้กับผู้เรียน (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2550) และจากการที่ Jones (2018) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง เคมีอินทรีย์ พบว่าแอปพลิเคชันส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนมากขึ้น เช่นเดียวกับ Junior (2018) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันรูปแบบของเกม เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การอ่านชื่อของสารประกอบอินทรีย์ พบว่า ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน มีความเข้าใจในเนื้อหา และมีความพึงพอใจในระดับสูงเมื่อใช้แอปพลิเคชันในการเรียน อีกทั้งเมื่อนำรูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านผสานด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) หรือแอปพลิเคชันเออาร์ พบว่า ผู้เรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (สุรเชษฐ์ จันทร์งาม และ พัลลภ พิริยะสุรวงศ์, 2561) จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี ในหัวข้อเคมีอินทรีย์ได้มีการนำแอปพลิชันมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย ยกตัวอย่าง เช่น J. N. S. Junior (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเกม Time Bomb Game เรื่อง โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ สำหรับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา จุดเด่นของแอปพลิเคชันเกมนี้มีรูปแบบที่สวยงาม เนื้อหาเหมาะสม สร้างความสนุกสนานและความกระตือรือร้นในการเรียน รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาเคมีอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น รวมถึง Aw (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชัน Nucleophile's Point of View ที่ใช้สร้างโมเลกุลในรูปแบบ 3 มิติ (3D) เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชา เคมี ซึ่งแอปพลิเคชันนี้ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาระดับที่ลึกขึ้น และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการใช้แอปพลิเคชันนี้ในการเรียน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสามารถใช้ความรู้เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาอื่นๆ ต่อไป

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งพัฒนาตามสภาพปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ทั้งในและต่างประเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนานวัตกรรมในชั้นเรียน และได้แนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านอย่างเป็นระบบ ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีสมรรถนะทางด้านการใช้เทคโนโลยี และมีความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันเกมในรายวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษในจังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2. ตัวแปรตาม

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

เนื้อหา

เนื้อหาในการใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

1.ความหมาย และประเภทของไอโซเมอร์

2.ไอโซเมอร์โครงสร้าง

3.สเตอริโอไอโซเมอร์

4.การประยุกต์ความรู้เรื่อง ไอโซเมอร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 10 คาบ และการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พร้อมชี้แจงการใช้แอปพลิเคชันเกมและการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน จำนวน 3 คาบ รวมทั้งหมด 13 คาบเรียน ในช่วงเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2564

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์** หมายถึง แอปพลิเคชันเกมไอโซเคม เรื่อง ไอโซเมอร์ เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต ซึ่งในปัจจุบันแอปพลิเคชันสามารถติดตั้งให้ใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และไอโอเอส (iOS) สำหรับแอปพลิเคชันในงานวิจัยนี้จัดเป็นเว็บแอปพลิเคชันเกม ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานในด้านการศึกษารูปแบบส่งเสริมการเรียน (Learning Media) ประกอบด้วยการนำเสนอเนื้อหา เกม และการทดสอบย่อยเพื่อประเมินตนเอง โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองทั้งภายในและภายนอกชั้นเรียน สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Laravel framework, PHP และ HTML5 languages สร้างระบบล็อกอินด้วย PHP และ MySQL เป็นเครื่องมือสร้างโมบายแอปพลิเคชัน โปรแกรม Vectary ใช้สร้างแบบจำลองโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบ 3 มิติและเออาร์ โปรแกรม ChemDraw ใช้สร้างโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ และใช้โปรแกรม Flash, Adobe Photoshop, Canva เพื่อใช้ในการตกแต่ง

ภาพเพื่อให้แอปพลิเคชันมีความสมบูรณ์ และน่าสนใจยิ่งขึ้น นอกจากเครื่องมือพื้นฐานแล้ว ยังมีการเชื่อมต่อไปยังผลิตภัณฑ์จาก Google , Facebook และ Microsoft ได้อีกด้วย

2. **การใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน** หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่นำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยผู้สอนจะเป็นผู้เตรียมสื่อการเรียนรู้ เช่น วิดีโอ แอปพลิเคชัน เอกสาร หรือสื่อออนไลน์ต่างๆ ก่อนเข้าชั้นเรียนผู้เรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองมาก่อนล่วงหน้า สำหรับในชั้นเรียนจะมีการทำกิจกรรมเพื่อสะสมคะแนนในแต่ละสัปดาห์ ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้สอนจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 กิจกรรมนอกชั้นเรียน

ขั้นตอนที่ 1 ผู้เรียนเรียนเนื้อหาจากแอปพลิเคชัน หรือไฟล์วิดีโอที่ผู้สอนอัปโหลดไว้ในชั้นเรียนออนไลน์ล่วงหน้าจากที่บ้าน

ขั้นตอนที่ 2 ผู้เรียนบันทึกการเรียนรู้หลังจากเรียน ตั้งคำถาม แสดงความคิดเห็นในกระดานสนทนาผ่านระบบ Google Classroom จากนั้นทำแบบทดสอบออนไลน์ผ่าน Edpuzzle เพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง

2.2 กิจกรรมในชั้นเรียน

ขั้นตอนที่ 3 ในช่วงแรกของชั้นเรียนผู้เรียนนั่งประจำกลุ่ม จากนั้นถาม-ตอบข้อสงสัยจากการเรียนนอกห้องเรียน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาในแอปพลิเคชันเกม Road to ISOCHEM ในแต่ละระดับ โดยแต่ละกลุ่มทำการแข่งขันเพื่อชิงเหรียญรางวัล ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้ให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม และกระตุ้นผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น เมื่อจบการแข่งขันในแต่ละรอบจะมีการสรุปเหรียญและจัดอันดับในกระดานผู้นำ (Leaderboards) จากนั้นผู้เรียนทำกิจกรรมลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activity) และทำใบกิจกรรม ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้ให้คำแนะนำในการทำใบกิจกรรมและคอยให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่ยังไม่เข้าใจในเนื้อหา ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมร่วมกัน ผู้สอนประเมินการทำกิจกรรมของผู้เรียน

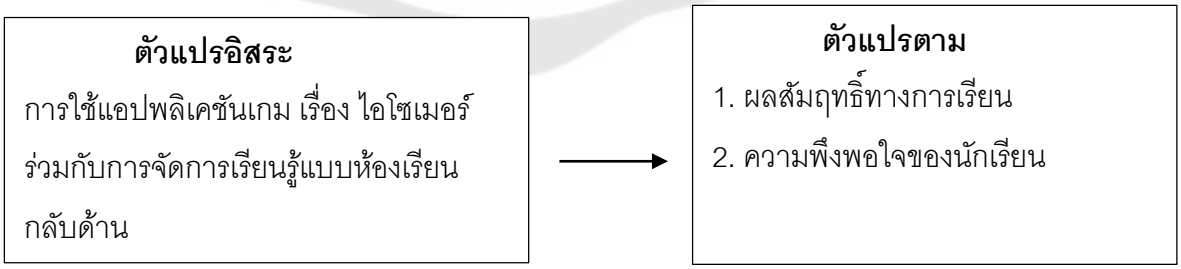
ขั้นตอนที่ 4 ผู้เรียนทำใบงาน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้สอนและผู้เรียน มีการสรุปและอภิปรายร่วมกัน ผู้สอนประเมินผลจากการทำกิจกรรมและใบงาน หากพบว่า ผู้เรียนยังไม่

ผ่านตามเงื่อนไขสามารถกลับไปทบทวนความรู้จากแหล่งทรัพยากรออนไลน์และแอปพลิเคชัน เมื่อทำกิจกรรมครบทั้ง 4 สัปดาห์ ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจรวบยอด

3. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จำนวน 20 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบประเมินแนวคิดของผู้เรียน (Two - tier diagnostic test) ใช้ตัวเลือก 2 ลำดับขั้น โดยแต่ละข้อมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก เพื่อวัดระดับเนื้อหา และการให้เหตุผล เพื่อวัดระดับเหตุผลในการเลือกตัวเลือกในระดับแรก

4. **ความพึงพอใจ** หมายถึง ความรู้สึกที่ดี ความชอบและการให้คุณค่าต่อการจัดการเรียนรู้ที่เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน และสภาพบรรยากาศโดยทั่วไปของการจัดการเรียนรู้ซึ่งเกิดขึ้นโดยใช้แอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ เป็นแบบสอบถามแบบมาตรประมาณ 5 ระดับ และแบบปลายเปิด โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการใช้แอปพลิเคชันเกม ด้านการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน และด้านคำแนะนำอื่นๆ และแบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เป็นแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interviews) แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ การวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการใช้แอปพลิเคชัน การวัดเจตคติของผู้เรียนต่อบทบาทในการเรียนห้องเรียนกลับด้าน และการวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการใช้แอปพลิเคชันในห้องเรียนกลับด้าน

กรอบแนวความคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ และตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจเมื่อเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้เรื่อง ไอโซเมอร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ไอโซเมอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2 ไอโซเมอร์

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไอโซเมอร์

2.แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

2.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2.3 ข้อเปรียบเทียบของการเรียนแบบเดิมกับการเรียนแบบกลับด้าน

2.4 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2.5 ประโยชน์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

3.ระบบชั้นเรียนออนไลน์ Google classroom

3.1 ความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์

3.2 ลักษณะของระบบชั้นเรียนออนไลน์

3.3 ประโยชน์ของระบบชั้นเรียนออนไลน์

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบชั้นเรียนออนไลน์

4.แอปพลิเคชัน

4.1 ความหมายของแอปพลิเคชัน

4.2 ประเภทของแอปพลิเคชัน

4.3 ส่วนประกอบของแอปพลิเคชัน

4.4 ประเภทของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

4.5 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แอปพลิเคชัน

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชัน

5. เกม

5.1 ความหมายของเกม

5.2 ประเภทของเกม

5.3 เกมเพื่อการศึกษา

5.4 องค์ประกอบของเกมเพื่อการศึกษา

5.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนด้วยเกมเพื่อการศึกษา

5.6 วิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกมเพื่อการศึกษา

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.4 แบบวัดแนวคิดวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น

6.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของบลูม

6.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

7.1 ความหมายความพึงพอใจ

7.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

7.3 การวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไอโซเมอร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ไอโซเมอร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติ ของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสารหน่วยวัด และการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้ และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสามที่พบในชีวิตประจำวัน

2. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้น ของสารประกอบอินทรีย์

3. วิเคราะห์โครงสร้างและระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน

4. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่างๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC

5. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ

6. วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน

7. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

สำหรับในงานวิจัยนี้ได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรายวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ไอโซเมอร์ ซึ่งอยู่ในสาระที่ 5 มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติ ของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.2 ไอโซเมอร์

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) เนื้อหาในการใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่

1. ความหมาย และประเภทของไอโซเมอร์

ไอโซเมอร์ คือ ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอริซึม (isomerism) โดยสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างต่างกันแต่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์ (isomer) ไอโซเมอร์เป็นสารต่างชนิดกันและมีสมบัติต่างกัน ไอโซเมอร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 ไอโซเมอร์โครงสร้าง (Structural isomer) ประกอบด้วย ไอโซเมอร์แบบสายโซ่ (Chain isomer) ไอโซเมอร์เชิงตำแหน่งของหมู่ฟังก์ชัน (positional isomer).และไอโซเมอร์ฟังก์ชัน (Functional isomer)

1.2 สเตอริโอไอโซเมอร์ (Stereoisomer) ประกอบด้วย ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical Isomer) และไอโซเมอร์เชิงแสง (Optical isomer)

2. ไอโซเมอร์โครงสร้าง

ไอโซเมอร์โครงร่าง (Constitutional isomers) หรือไอโซเมอร์โครงสร้าง (Structural isomer) จัดเป็นไอโซเมอร์ที่เกิดจากลำดับการต่อกันของอะตอมหรือลำดับการต่อกันของชนิดพันธะต่างกัน ประกอบด้วย

2.1 ไอโซเมอร์แบบสายโซ่ (Chain isomer) หมายถึง การจัดเรียงตัวของอะตอมคาร์บอนต่างกันทำให้ได้โครงสร้างแบบโซ่ตรงและโซ่กิ่ง หรือแบบปลายเปิดและปลายปิด

2.2 ไอโซเมอร์เชิงตำแหน่งของหมู่ฟังก์ชัน (Positional isomer) หมายถึง ไอโซเมอร์ที่เกิดจากหมู่ฟังก์ชันมาเกาะกับอะตอมของคาร์บอนในโครงสร้างหลักที่ตำแหน่งต่างกัน

2.3 ไอโซเมอร์ฟังก์ชัน (Functional isomer) หมายถึง สารที่เป็นไอโซเมอร์กันแต่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน

3. สเตอริโอไอโซเมอร์

ไอโซเมอร์ที่เกิดจากสารมีโครงสร้างและพันธะเหมือนกัน แต่อะตอมหรือกลุ่มอะตอมจัดเรียงตัวในตำแหน่งต่างกัน มี 2 ประเภท คือ

3.1 ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical Isomer) เกิดจากสารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันมีพันธะคู่ระหว่าง คาร์บอนตำแหน่งเดียวกัน ซึ่งพันธะ C=C ไม่สามารถหมุนได้อย่างอิสระ ทำให้อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันซึ่งเกาะที่คาร์บอนทั้งสองอะตอมจัด เรียงตัวแตกต่างกันเช่นจัดเรียงตัวในทิศเดียวกัน (cis-isomer) หรือจัดเรียงตัวในทิศตรงข้ามกัน (trans-isomer)

3.2 ออปติคอลไอโซเมอร์ (Optical Isomer) เป็นไอโซเมอร์ที่เกิดจากการจัดเรียงตัวของอะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีลักษณะเหมือนภาพในกระจกเงาดังตัวอย่าง ซึ่งเมื่อนำโมเลกุลมาซ้อนทับกันจะไม่สามารถทับกันได้สนิท และเมื่อผ่านแสงโพลาไรซ์ไปยังสารละลายของสารไอโซเมอร์ แสงจะเบนไปจากแนวเดิมในทิศทางตรงข้ามกัน

4. การประยุกต์ความรู้เรื่อง ไอโซเมอร์

4.1 สมบัติของสารประกอบไอโซเมอร์

4.2 ปฏิกิริยาฮาโลจิเนชัน (halogenation)

4.3 การนำไอโซเมอร์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไอโซเมอร์

สุธิสา แก้วนุ้ย (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมีอินทรีย์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีร้อยเอ็ด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.06/80.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน นักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอยู่ในระดับมากที่สุด

อรอนงค์ แคนจา (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกระบวนการสืบเสาะ เรื่อง การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหามาล่วงหน้า ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน รูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันให้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง ช่วยให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครูมีมากขึ้น ผนวกกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมนักเรียนให้พัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบ โดยการสืบค้นข้อมูล แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ ทำให้เกิดการจดจำอย่างยั่งยืน

ธณัฏฐา คงทน และคนอื่น ๆ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเรื่อง เคมีอินทรีย์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยให้ความสำคัญกับการใช้คำถามที่ช่วยให้เกิดการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 45.8 สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง เคมีอินทรีย์ ให้มีแนวคิดที่ถูกต้อง รองลงมาร้อยละ 29.5 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 15.8 มี

แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน และร้อยละ 8.9 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยหัวข้อที่นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากที่สุด คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และหัวข้อที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ไอโซเมอร์

ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, และ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาและนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากทางผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีลักษณะเป็นการเรียนรู้บนพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้เพื่อศึกษาและสืบค้นข้อมูลในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น สำหรับด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Eastwood (2013) ได้พัฒนารูปแบบกิจกรรมที่มีชื่อว่า Fastest Fingers เป็นกิจกรรมเกมแบบทีมที่นักเรียนจะทำการแข่งขันเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับเคมีอินทรีย์ แล้วทำการหาคำตอบโดยใช้ชุดการสร้างแบบจำลองโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ เกณฑ์การให้คะแนน คือ ความเร็วในการต่อโครงสร้าง และความถูกต้องของโครงสร้าง กิจกรรมนี้สนับสนุนให้นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเกมนี้สามารถปรับระดับความยากของคำถาม ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมนี้ไปใช้สอนในหัวข้อต่าง ๆ เช่น การอ่านชื่อ, ไอโซเมอร์ และรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาพื้นฐานของสารประกอบเคมีอินทรีย์

J. N. d. S. Junior (2020) ได้พัฒนาบอร์ดเกมที่ใช้ในการทบทวนความรู้เรื่อง สเตอริโอเคมี (Stereochemistry) ซึ่งเกม Stereochemistry นำเสนอในรูปแบบของเกมกระดาน และการ์ด ซึ่งประกอบด้วยไพ่สี่สำรับ (ทั้งหมด 280 ใบ) และกระดาน เกมนี้ช่วยในการส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์และการสื่อสารระหว่างนักเรียน พัฒนาการคิดเชิงกลยุทธ์ ลดการควบคุมชั้นเรียนของครูผู้สอนให้น้อยที่สุด มีการแก้ไขปัญหาบนพื้นฐานความคิดเห็นของนักเรียนและการประเมินการเรียนรู้ ผลการวิจัย พบว่า เกมนี้ช่วยในการทบทวนและเรียนรู้ในหัวข้อสเตอริโอเคมีได้อย่างสนุกสนาน

Dickenson (2020) ได้พัฒนากิจกรรมเชิงปฏิบัติการสำหรับโครงสร้างของสารอินทรีย์ 3 มิติโดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ (3D Printing Workshop Activity) เพื่อเป็นกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง สเตอริโอไอโซเมอร์ พบว่า หลังจากการทำกิจกรรมนักเรียน

มีความเข้าใจ มองเห็นภาพของโครงสร้างสเตอริโอไอโซเมอร์ได้ชัดเจน นำไปสู่การเขียนโครงสร้างของสเตอริโอไอโซเมอร์ และมีการพิจารณาตำแหน่งของไครัลคาร์บอนได้อย่างถูกต้อง

แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

2.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน

Bergmann (2012) ได้ให้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเปลี่ยนการใช้ช่วงเวลาของการบรรยายเนื้อหาในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อสร้างความรู้ และประยุกต์ใช้ความรู้ ให้นักเรียนได้มีเวลาเรียนรู้ แบบรู้ จริงและลงมือปฏิบัติมากยิ่งขึ้น ส่วนการศึกษาเนื้อหาบทเรียนจะใช้เวลาที่บ้านผ่านสื่อเทคโนโลยีที่ครูเป็นผู้เตรียมไว้ให้

จันทิมา ปัทมธรรมกุล (2557) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้านไว้ว่าคือ กระบวนการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งเปลี่ยนการใช้ช่วงเวลาของการบรรยายเนื้อหาในห้องเรียนมาเป็นการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหา และประยุกต์ใช้จริง ส่วนการบรรยายจะอยู่ในช่องทางอื่นๆ เช่น วิดีโอ รายการเผยแพร่เสียงทางออนไลน์ เป็นต้น ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าถึงได้เมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียน ดังนั้น การบ้านที่เคยมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำเองนอกห้องจะกลายมาเป็นกิจกรรมที่ลงมือในชั้นเรียน และในทางกลับกัน เนื้อหาที่เคยถ่ายทอดโดยการบรรยายในชั้นเรียนจะเปลี่ยนไปอยู่ในสื่อที่นักเรียนอ่าน ฟัง ดู ได้เองที่บ้านหรือที่ไหนๆ ก็ตาม ผู้สอนอาจทิ้งโจทย์ หรือให้นักเรียนสรุปความเนื้อหานั้นๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และนำมาอภิปรายหรือปฏิบัติจริงในห้องเรียน

วิจารณ์ พานิช (2556) ได้อธิบายความหมายของห้องเรียนกลับด้านไว้ว่าห้องเรียนกลับด้านเป็นกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งเปลี่ยนจากการใช้ช่วงเวลาของการบรรยายเนื้อหาในห้องเรียนเปลี่ยนมาเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหาและนำไปประยุกต์ใช้จริง ส่วนการบรรยายจะอยู่ในช่องทางอื่น ๆ เช่น วิดีโอ วิดีโอออนไลน์ ฯลฯ ซึ่งผู้เรียนเข้าถึงได้เมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียน ดังนั้น การบ้านที่เคยมอบหมายให้กับผู้เรียนฝึกทำเองนอกห้องจะกลายมาเป็นกิจกรรมในห้องเรียนและในทางกลับกันเนื้อหาที่เคยถ่ายทอดโดยการบรรยายในห้องเรียนจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสื่อที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เองที่บ้านหรือที่อื่น ๆ

นครินทร์ สุกใส (2561) ได้อธิบายความหมายของห้องเรียนกลับด้านไว้ว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วย โดยนักเรียนจะต้องเรียนรู้ล่วงหน้าจากระบบจัดการเรียนรู้นอกชั้นเรียนหรือเรียนที่บ้าน ซึ่งครูจะเป็นผู้เตรียมสื่อการเรียนรู้ เช่น วีดิทัศน์ เอกสาร รวมถึงสื่อออนไลน์ต่างๆ ซึ่งหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ล่วงหน้ามาแล้ว นักเรียนจะต้องมีร่องรอยการเรียนรู้ของตนเอง โดยการบันทึกการเรียนรู้ แล้วประเมินความเข้าใจของตนเอง

หลังจากการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อถึงเวลาในห้องเรียนช่วงต้นครูจะทบทวนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ให้ไปศึกษาด้วยตนเองแล้วร่วมกันฝึกปฏิบัติในห้องเรียนโดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือชี้แนะ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอน โดยผู้เรียนต้องทำการศึกษาเนื้อหามาล่วงหน้าจากที่บ้านหรือนอกชั้นเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองทุกที่ทุกเวลา โดยผู้สอนจะเป็นผู้เตรียมสื่อนวัตกรรม เช่น วิดีโอ แอปพลิเคชัน หรือสื่อออนไลน์ต่างๆ จากนั้นเมื่อผู้เรียนทำการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องทำการบันทึกการเรียนรู้ของตนเอง หรือตั้งคำถาม แสดงความคิดเห็นในกระดานสนทนาผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ และทำการทดสอบวัดความรู้ (Quiz) เมื่อถึงเวลาในชั้นเรียนในช่วงเริ่มต้นจะเป็นช่วงถาม-ตอบข้อสงสัยจากการเรียนนอกห้องเรียน จากนั้นผู้เรียนจะร่วมกันทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแสดงแนวคิดของตนเอง จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม สรุปและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวแนวคิดเกี่ยวกับห้องเรียนกลับด้านไว้ดังนี้

พัชฎา บุตรยะถาวร (2558) ได้อธิบายว่า ห้องเรียนกลับด้านเป็นการเรียนเนื้อหาวิชาที่บ้านแต่มาทำการบ้านที่โรงเรียน หรืออีกนัยหนึ่งคือรับการถ่ายทอดความรู้มาจากที่บ้าน แล้วมาสร้างความรู้ต่อยอดจากที่ได้รับมาให้เป็นความรู้ที่สอดคล้องกับชีวิต ทำให้เกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็น ซึ่งใช่เฉพาะนักเรียนเท่านั้นที่เรียนรู้กลับด้าน ครูผู้สอนก็ต้องสอนแบบกลับด้านเช่นเดียวกัน ซึ่งครูเป็นผู้จัดการการสอนแบบกลับทาง คือ จากที่เคยสอนเนื้อหาวิชานั้นหน้าชั้นเรียน เปลี่ยนมาเป็นสอนโดยผ่านวีดิทัศน์ หรือสื่อการสอนต่างๆ ที่ครูสร้างขึ้น หรือสิ่งอื่นๆ ที่มีอยู่แล้ว นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนไปเรียนรู้ที่บ้านหรือที่อื่นนอกเวลาเรียนแล้วใช้เวลาเรียนในห้องเรียนเพื่อฝึกทำแบบฝึกหัด หรือลงมือปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะและกิจกรรมต่างๆ เช่น การตอบคำถาม การอภิปราย หรือสรุปเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้มาทั้งหมด โดยในชั่วโมงเรียน ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ฝึกให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในชั้นเรียนจะเริ่มด้วยการทบทวนวีดิทัศน์ และตอบคำถามจากสิ่งที่ไม่เข้าใจหลังดูวีดิทัศน์ ซึ่งจะทำให้ครูรู้ว่านักเรียนเข้าใจผิดในเรื่องใดและจะได้แก้ไขความเข้าใจผิดนั้น หลังจากนั้นครูจะมอบหมายให้นักเรียนทำงาน โดยอาจจะเป็นการปฏิบัติการทดลอง (Lab) หรือเป็นกิจกรรมค้นคว้า โครงงานหรือกิจกรรมแก้ปัญหา ฝึกทักษะ หรือการทดสอบ ซึ่งจะมีเวลา

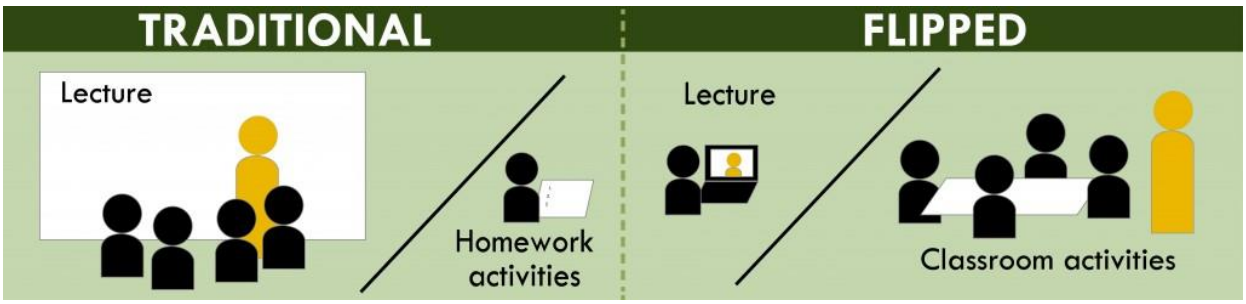
มากพอในการทำหลาย ๆ กิจกรรม ในส่วนของการให้คะแนนการทดสอบยังคงเหมือนเดิมที่สอนแบบปกติ

Bergmann (2012) ได้กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้น บทบาทของครูผู้สอนจะเปลี่ยนจากเดิมอย่างแท้จริง คือ ครูจะไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้ แต่จะมีบทบาทคล้ายกับติวเตอร์ หรือ ผู้ฝึกหัด โดยตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นและเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดความกระตือรือร้นและสนุกสนานไปกับการได้ตอบคำถามและเรียนรู้ และเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอนด้วย โดยครูจะใช้เวลาสำหรับการมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนช้า ไม่ทันเพื่อนร่วมห้องได้รับการเอาใจใส่ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในรายวิชาเคมี พบว่า ครูจะมีเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนมากกว่าและประหยัดเวลามากกว่าการเรียนแบบเดิม ซึ่งการที่ให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาล่วงหน้าที่บ้านมาแล้วมาพูดคุยกันในชั้นเรียนนั้นจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น เร็วขึ้น เหลือเวลาสำหรับเติมสิ่งอื่นๆ ให้นักเรียนโดยเฉพาะทักษะการคิดวิเคราะห์

จากแนวคิดเกี่ยวกับห้องเรียนกลับด้านที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ยึดแนวคิดตามพัชฎา บุตระถาวร ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นการให้ผู้เรียนไปเรียนรู้ที่บ้านหรือที่อื่นนอกห้องเรียน โดยใช้วิดีโอ หรือสื่อการสอนต่างๆ ที่ผู้สอนสร้างขึ้น หรือสิ่งอื่นๆ ที่มีอยู่แล้ว ในชั้นเรียนจะเริ่มด้วยการทบทวนวิดีโอ และตอบคำถามจากสิ่งที่ไม่เข้าใจหลังดูวิดีโอ ซึ่งจะทำให้ผู้สอนรู้ว่าผู้เรียนเข้าใจผิดในเรื่องใดและจะได้แก้ไขความเข้าใจผิดนั้น หลังจากนั้นผู้สอนจะมอบหมายให้ผู้เรียนทำงาน หรือทำกิจกรรมต่างๆ โดยมีผู้สอนเป็นผู้คอยดูแลให้คำแนะนำ

2.3 ข้อเปรียบเทียบของการเรียนแบบเดิมกับการเรียนแบบกลับด้าน

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556) ได้กล่าวถึงข้อสรุปเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Learning) กับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ (Traditional Learning) กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้นจะมุ่งเน้นการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเองตามทักษะความรู้ ความสามารถและสติปัญญารายบุคคล (Individualized Competency) ตามศักยภาพทางการเรียนของแต่ละคน (Self-Paced) จากมวลประสบการณ์ที่ครูจัดให้ผ่านสื่อเทคโนโลยีที่หลากหลายประเภทในปัจจุบัน และเป็นลักษณะการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียนอย่างอิสระทั้งด้านความคิดและวิธีปฏิบัติ ซึ่งแตกต่างจากการเรียนแบบปกติที่ครูจะเป็นผู้ป้อนความรู้เพียงอย่างเดียว



ภาพประกอบ 2 แสดงการเปรียบเทียบห้องเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน

ที่มา : https://educationaltechnology.net/flipped-classroom/

ในลักษณะของครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher Center) ดังนั้น การสอนแบบกลับด้านจะเป็นการเปลี่ยนแปลงบทบาทของครูอย่างสิ้นเชิง กล่าวคือครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้แต่จะทำบทบาทเป็นติวเตอร์ (Tutors) หรือโค้ช (Coach) ที่จะเป็นผู้ให้คำแนะนำพร้อมจุดประกายแก่นักเรียน รวมทั้งเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน แก้ไขปัญหาในชั้นเรียน

2.4 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ในการสร้างผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้าน (Mastery Learning) นั้น ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านไว้ดังนี้

Gerstein (2012) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านว่าประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบที่เกิดขึ้นเป็นวัฏจักร (Cycle) หมุนเวียนกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 4 ที่เกิดขึ้นได้แก่

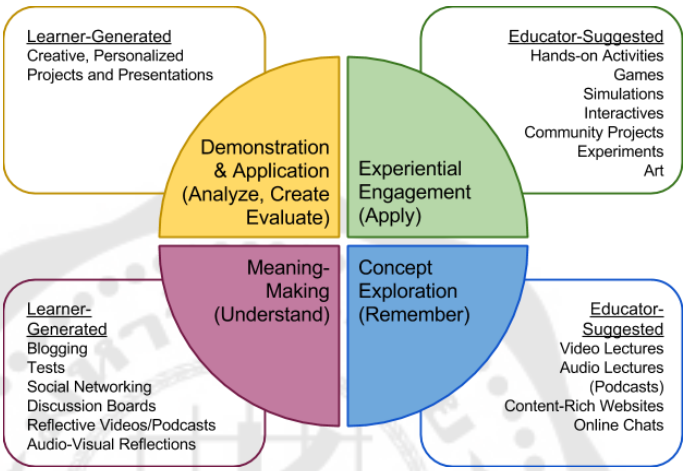
1. การนำเข้าสู่ประสบการณ์ (Experiential Engagement) โดยครูแนะนำถึงวิธีการเรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย ชี้แจงการใช้ชั้นเรียนออนไลน์

2. การสำรวจความรู้ เพื่อสร้างมโนทัศน์ (Concept Exploration) ครูแนะนำให้นักเรียนเรียนรู้จากทรัพยากรออนไลน์ที่หลากหลาย เช่น สื่อวีดิทัศน์ สื่อบันทึกเสียง เว็บไซต์ สื่อสังคมออนไลน์ แอปพลิเคชัน

3. การสร้างความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) นักเรียนสรุปองค์ความรู้จากสื่อที่ครูมอบหมายให้ศึกษา ถาม-ตอบในกระดานสนทนาถึงสิ่งที่ยังสงสัย

4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application) นักเรียนนำเสนอความรู้ อภิปรายแลกเปลี่ยน และการนำความรู้ไปใช้

Model หรือตัวแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านที่กล่าวไว้ในเบื้องต้นนั้น สามารถกำหนดเป็นภาพเชิงกราฟิกดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 3 แสดงโมเดลห้องเรียนแบบกลับด้าน (Flipped Classroom Model)

ที่มา : https://abnederveld.com/tag/neuroscience/

จากองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

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

2.5 ประโยชน์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

Bergmann (2012) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ดังนี้

1. เพื่อเปลี่ยนวิธีการสอนของครู จากปกติที่บรรยายหน้าชั้นเรียนหรือจากครูสอนไปเป็นครูฝึก ฝึกการทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติในชั้นเรียนให้แก่ศิษย์เป็นรายบุคคล หรืออาจเรียกว่าเป็นครูติวเตอร์ให้กับนักเรียน

2. เพื่อใช้เทคโนโลยีการเรียนที่นักเรียนสมัยใหม่ชอบโดยใช้สื่อนวัตกรรม ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นการนำโลกของโรงเรียนเข้าสู่โลกของนักเรียนซึ่งเป็นโลกยุคดิจิทัล

3. ช่วยเหลือนักเรียนที่มีงานยุ่งเด็กสมัยนี้มีกิจกรรมมาก ดังนั้นจึงต้องเข้าไปช่วยเหลือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทสอนที่สอนด้วยวิดีโออยู่บนโลกออนไลน์ ช่วยให้ศึกษาไว้ล่วงหน้า หรือเรียนตามชั้นเรียนได้ง่ายขึ้น รวมทั้งเป็นการฝึกให้รู้จักการบริหารเวลาของตนเอง

4. ช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อนให้ขวนขวายหาความรู้ในชั้นเรียนปกติเด็กเหล่านี้จะถูกทอดทิ้งแต่ในห้องเรียนกลับด้าน เด็กจะได้รับการเอาใจใส่จากครูมากที่สุดโดยอัตโนมัติ

5. ช่วยเหลือนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตนเอง เพราะเด็กสามารถฟัง-ดูวิดีโอได้เองจะหยุดตรงไหนก็ได้ หรือเรียนหลายๆ รอบก็ได้ตามที่ต้องการ

6. ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนหลายๆ รอบกับครูของตนเองได้ ทำให้สามารถจัดเวลาเรียนตามที่ตนพอใจ เบื่อก็หยุดพักได้ สามารถแบ่งเวลาในการดูเป็นช่วงได้

7. ช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครูเพิ่มขึ้น ตรงกันข้ามกับการที่เรียนแบบออนไลน์ การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านยังเป็นรูปแบบการเรียนที่นักเรียนยังคงมาโรงเรียนและนักเรียนพบปะกับครู ห้องเรียนกลับด้านเป็นการประสานการใช้ประโยชน์ระหว่างการเรียนแบบออนไลน์ และการเรียนแบบระบบพบหน้า ช่วยปรับบทบาทของครูให้เป็นทั้งพี่เลี้ยง เพื่อนบ้านและผู้เชี่ยวชาญคอยช่วยเหลือนักเรียน

8. ช่วยให้ครูรู้จักนักเรียนดีขึ้นเป็นรายบุคคล หน้าที่ของครูไม่ใช่เพียงช่วยให้ศิษย์ได้ความรู้หรือเนื้อหา แต่ต้องกระตุ้นให้เกิดแรงบันดาลใจ (Inspire) ให้กำลังใจ รับฟังและช่วยเหลือหรือส่งเสริมผู้เรียนซึ่งเป็นมิติสำคัญที่จะช่วยเสริมพัฒนาการทางการเรียนของเด็ก

9. ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในห้องด้วยกันเองจากกิจกรรมทางการเรียนที่ครูจัดประสบการณ์ขึ้นมานั้น ผู้เรียนสามารถที่จะช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันได้ดี เป็นการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ของนักเรียนที่เคยเรียนตามคำสั่งครูหรือทำงานให้เสร็จตามกำหนด เป็นการเรียนเพื่อตนเองไม่ใช่คนอื่น ส่งผลให้นักเรียนที่เอาใจใส่การเรียนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในกลุ่มจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

10. ช่วยให้เห็นคุณค่าในแต่ละบุคคล ตามปกติแล้วในชั้นเรียนเดียวกันจะมีเด็กที่มีความแตกต่างกัน เช่น มีความถนัดและความชอบที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยให้ครูเห็นจุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียนแต่ละคน

11. เป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการห้องเรียน ช่วยเปิดช่องให้ครูสามารถจัดกิจกรรมหลากหลายได้ตามความต้องการที่จะทำ โดยครูสามารถทำหน้าที่ของการสอนที่สาคัญในเชิงสร้างสรรค์เพื่อสร้างประสิทธิภาพ และประสิทธิผลแก่ชั้นเรียน

12. แจ้งความก้าวหน้าทางการเรียนกับพ่อแม่ ประสานความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างโรงเรียนกับผู้ปกครอง ซึ่งการรับทราบและแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันจะทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่ดีได้

13. ช่วยให้เกิดความโปร่งใสในการจัดการศึกษา การใช้ห้องเรียนแบบกลับด้านโดยนำสาระคำสอนไปไว้ในวิดีโอ นำไปเผยแพร่ทางออนไลน์ เป็นการประชาสัมพันธ์เนื้อหาสาระทางการเรียน สร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพการเรียนการสอนให้ผู้ปกครองทราบ

จากประโยชน์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยให้ผู้เรียนขวนขวายหาความรู้ในชั้นเรียน ส่งเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตนเอง สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ทำให้ผู้สอนมองเห็นจุดแข็งและจุดอ่อนของผู้เรียนแต่ละคน ผู้สอนสามารถให้คำแนะนำและช่วยเหลือผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

ลัลน์ลลิต เอี่ยมอำนวยสุข (2556) ได้ทำการศึกษาการสร้างสื่อบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เรื่อง การเคลื่อนไหวในระบบดิจิตอลเบื้องต้นที่ใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ประเมินความสามารถในการทำงานของผู้เรียน และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา พบว่า ผู้เรียนมีผลคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วรัทยา มณีรัตน์ (2560) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชา เคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชา เคมี เรื่อง กรด-เบส มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 84.53/79.86 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี เรื่อง กรด-เบส และ

ทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เบญจพร สุคนธร (2561) ได้ศึกษาแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า 1) กรอบแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมีที่สังเคราะห์ได้ มีคะแนนความเหมาะสมเท่ากับ 4.78 ระดับความเหมาะสมมากที่สุด 2) นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับมาก

Tune (2013) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างวิธีการสอนบรรยายแบบเดิมและวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เรื่อง หัวใจ ระบบหายใจ และไต ของนักศึกษาปริญญาโทปี 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ได้รับวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับวิธีการสอนแบบการบรรยายแบบเดิม 12 % อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ในเรื่องหัวใจ และระบบหายใจ ส่วนเรื่องของไต ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ได้รับวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบการบรรยายแบบเดิม 11 % อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

Sparks (2011) ได้ศึกษาเรื่องโรงเรียนกลับด้านสำหรับการเลื่อนบทเรียน โดย Khan Academy โดยสรุปได้ว่า ผู้เขียนรายงานเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ผู้ปกครองสามารถช่วยเหลือบุตรหลานในการทำการบ้าน โดยเป็นรูปแบบที่ครูทำการบรรยายออนไลน์แล้วให้นักเรียนเข้าถึงที่บ้าน และใช้เวลาในชั้นเรียนในการฝึกปฏิบัติ ทำโครงงานกลุ่ม หรือทำการบ้าน แต่มีนักวิจารณ์ได้ถกเถียงว่ารูปแบบนี้ทาให้นักเรียนพึ่งพาสื่อการเรียนออนไลน์มากเกินไปและยากต่อการนำไปใช้ในโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี แต่สามารถช่วยให้ครูกำหนดและติดตามนักเรียนเป็นรายบุคคลได้

Missildine (2013) ได้ทำการศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) และเทคโนโลยีการเรียนการสอนแบบใหม่ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักศึกษาพยาบาล พบว่า การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเทคโนโลยีการเรียนการสอนแบบใหม่ มีคะแนนการทดสอบสูงกว่ากลุ่มการสอนแบบบรรยาย สำหรับความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการจัดการเรียนรู้

แบบสืบเสาะ โดยค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 3.97 ซึ่งอยู่ในระดับมาก แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากเมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

Bokosmaty (2019) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ใช้ในการสอน วิชา เคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยนักเรียนทำการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองผ่านเว็บ วิดีโอ และทำแบบทดสอบย่อยก่อนเข้าชั้นเรียน ในชั้นเรียนใช้รูปแบบกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือกระทำ เช่น การแบ่งกลุ่มในการอภิปราย การทำใบงานที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (Guided Inquiry) เป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนทำการประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นจากเดิมที่เรียนรูปแบบปกติ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนมากขึ้น และนักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

ระบบชั้นเรียนออนไลน์ Google Classroom

3.1 **ความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์** Google Classroom

เอกวิทย์ สิทธิวะ และ วรชนันท์ ชูทอง (2558) ได้ให้ความหมายของชั้นเรียนออนไลน์ Google Classroom ถือเป็นหนึ่งใน Google Apps เพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นชุดเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่ใช้บริการได้ฟรี มีการออกแบบมาเพื่อช่วยให้ครูสร้างและเก็บงานเข้าพื้นที่ได้โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองกระดาษ ช่วยประหยัดเวลาอำนวยความสะดวก เช่น สามารถทำสำเนาของ Google เอกสารสำหรับนักเรียนแต่ละคนได้โดยระบบจะสร้างโฟลเดอร์ สำหรับแต่ละงานและนักเรียนแต่ละคนเพื่อช่วยจัดระเบียบให้ทุกคน ซึ่งนักเรียนสามารถติดตามงานว่ามีอะไรครบกำหนดบ้างในหน้างาน และเริ่มทำงานได้อย่างทันที ครูสามารถเช็คการส่งงาน ติดตามงานค้าง ตลอดจนสามารถแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนและความคิดเห็นโดยตรงให้กับนักเรียนและให้คะแนนได้แบบทันทีในชั้นเรียนออนไลน์

จิรัชยา สมบูรณ์ชัย (2560) ชั้นเรียนออนไลน์ของ Google เป็นหนึ่งใน Google Apps ที่รวบรวมบริการที่สำคัญต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อสนับสนุนธุรกิจ โรงเรียน หรือสถาบันการศึกษาให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Google ได้อย่างหลากหลาย ชั้นเรียนออนไลน์ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้ครูสร้างและลดกระดาษในการจัดเก็บ รวมทั้งคุณสมบัติที่ช่วยประหยัดเวลา เช่น ความสามารถในการสำเนาเอกสาร Google ให้กับนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้ยังสร้างโฟลเดอร์สำหรับแต่ละในชั้นเรียน นักเรียนติดตามงานที่ได้จากการกำหนดบนหน้าและเริ่มต้นการทำงานได้ทันที ครูสามารถติดตามการทำงาน ทราบการส่งงานของนักเรียน อีกทั้งยังสามารถแสดงความคิดเห็นแบบเรียลไทม์ และคำนวณผลการเรียนในชั้นเรียนออนไลน์ได้อีกด้วย

จากความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ยึดความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์ Google Classroom ตามเอกวิทย์ สิทธิวะ และวรชนันท์ ชูทอง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า Google Classroom จะเป็นการทำงานที่ง่ายผ่านเครือข่ายระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งสามารถเชื่อมต่อการทำงานระหว่างผู้สอน ผู้เรียน และผู้ปกครองได้ง่ายไม่ว่าจะอยู่นอกโรงเรียน ผู้เรียนสามารถตรวจสอบงาน ส่งงานครูผ่านระบบออนไลน์ Google Classroom นี้ได้ตลอดเวลาไม่ว่า ผู้เรียนจะอยู่ที่ไหนก็จะสามารถส่งงานได้ทันและครบตามกำหนดโดยไม่จำเป็นที่จะต้องมาส่งกับผู้สอนด้วยตนเอง ลดปัญหาการหาผู้สอนไม่เจอ ส่งงานไม่ทันเวลา ส่งงานไม่ครบ ช่วยประหยัดเวลา รวมทั้งยังสามารถแสดงความคิดเห็นในกระดานสนทนาแบบเรียลไทม์ และสามารถแจ้งคะแนนที่ได้หรือแสดงผลการเรียนที่ได้ในชั้นเรียน

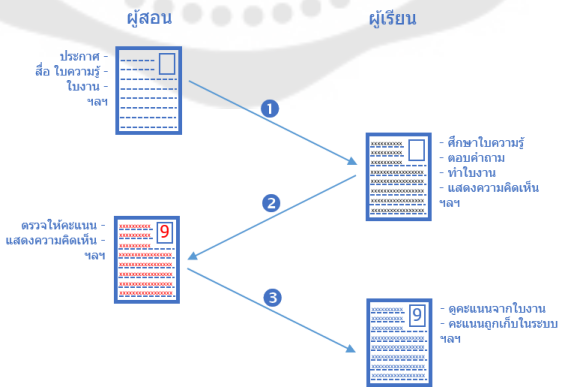
3.2 ลักษณะของระบบชั้นเรียนออนไลน์ Google Classroom

จตุรภัทร ประทุม (2557) ได้กล่าวถึง การใช้งาน Google Classroom มีขั้นตอนในการใช้งานตามกระบวนการดังต่อไปนี้

1. เริ่มต้นใช้งาน เพิ่มผู้เรียน หรือแจ้งรหัสเพื่อให้ผู้เรียนเข้าชั้นเรียน และสามารถเพิ่มผู้สอนได้มากกว่าหนึ่งคนในรายวิชาเดียวกัน

2. การสร้างและการจัดการชั้นเรียน เนื้อหาที่อยู่ในชั้นเรียนจะถูกจัดเก็บอยู่ใน Google Drive ส่งประกาศ แชร์แหล่งข้อมูล พูดคุยหรือตอบคำถามตามหัวข้อที่ผู้สอนกำหนดให้

3. การสร้างและการให้คะแนนงาน ครูผู้สอนสร้าง ตรวจ ให้คะแนนงาน ผู้เรียนสามารถตรวจสอบกำหนดการส่งงาน สถานะการส่งงานและคะแนน



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างกระบวนการทำงานของ Google Classroom

ที่มา : http://oho.ipst.ac.th/google-classroom-learning-approach/

3.3 ประโยชน์ของระบบชั้นเรียนออนไลน์ Google Classroom

เอกวิทย์ สิทธิวะ และ วรชนันท์ ชูทอง (2558) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของระบบ Google Classroom สำหรับชั้นเรียนออนไลน์ ไว้ดังนี้

1. เตรียมการได้ง่าย ผู้สอนสามารถเพิ่มนักเรียนได้โดยตรงหรือผ่านการแชร์รหัสเพื่อให้นักเรียนเข้าชั้นเรียนได้อย่างง่ายดาย ใช้เวลาไม่นาน

2. ประหยัดเวลากระบวนการมอบหมายงานเรียบง่ายไม่สิ้นเปลืองกระดาษ ทำให้ผู้สอนตรวจงาน ให้คำแนะนำและให้คะแนนงานได้ในที่เดียวกัน

3. ช่วยจัดระเบียบนักเรียนสามารถดูงานทั้งหมดของตนเองได้ที่ชั้นเรียนออนไลน์และเนื้อหา สำหรับชั้นเรียนทั้งหมดจะจัดเก็บอยู่ในโฟลเดอร์ภายใน Google Drive โดยอัตโนมัติ

4. ช่วยให้การสื่อสารกันได้ง่ายขึ้น เนื่องจากใน Google Classroom ทำให้ผู้สอนส่งประกาศ และเริ่มการพูดคุยในชั้นเรียนได้ทันที นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนหรือส่งแหล่งข้อมูลหรือตอบคำถามใน Google Classroom ได้

5. ประหยัดและปลอดภัย เช่นเดียวกับบริการอื่นใน Google Apps เพื่อการศึกษา กล่าวคือ ชั้นเรียน Google ไม่มีโฆษณาแสวงหาผลกำไร ไม่ใช้เนื้อหาหรือข้อมูลของนักเรียนในการโฆษณา และให้บริการฟรีสำหรับสถานศึกษา

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบชั้นเรียนออนไลน์ Google Classroom

ไพรัชนพ วิริยวรกุล และ ดวงกมล โพธิ์นาค (2557) ได้ศึกษาเรื่อง Google Apps เพื่อการศึกษา เป็นนวัตกรรมทางการศึกษายุคดิจิทัล พบว่า การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาทางด้านระบบเครือข่าย การพัฒนาอุปกรณ์และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ รวมทั้งการสอดรับด้วยการพัฒนาแอปพลิเคชันและซอฟต์แวร์ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทางด้านการศึกษา โดยการปรับเปลี่ยนมาใช้เทคโนโลยี เพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนผ่านการเขียน การอ่าน และการสร้างเนื้อหา รวมทั้งการเก็บรวบรวม แสวงหาและการนำเสนอความรู้ในรูปแบบของดิจิตอลผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร Google Apps เพื่อการศึกษา จึงนับได้ว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มีข้อดีหลายประการ และมีแอปพลิเคชันให้เลือกใช้ได้หลากหลาย ทั้งยังมีนโยบายสนับสนุนการศึกษาที่ชัดเจน เปิดให้สถาบันการศึกษาสมัครใช้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายเป็นตัวอย่างที่ดีในการจัดการเรียนรู้ ทั้งการเรียนรู้ด้วยตนเองนอกห้องเรียน และการจัดการศึกษาในห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

ภาสกร เรืองรอง และ มลชยา หวานชะเอม (2558) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้เทคโนโลยี Google apps ในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน สรุปว่า สังคมในยุคปัจจุบันเป็นสังคมที่พัฒนาด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและการสื่อสาร การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการนำเครื่องมือหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการจัดระบบการเรียนการสอนเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในชั้นเรียน ไม่ว่าจะเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สามารถเข้าเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งจะเห็นว่าสังคมออนไลน์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการจัดการเรียนการสอน แต่ในบางครั้งสังคมออนไลน์ที่ครูผู้สอนใช้อยู่ในปัจจุบัน อาจจะยังตอบสนองความต้องการหรือปัญหาต่าง ๆ ได้ไม่มากนัก เครื่องมือที่น่าสนใจในการจัดการเรียนการสอนปัจจุบัน คือ Google Apps เพื่อการศึกษาที่จัดได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยตอบสนองปัญหาต่างๆ ของการเรียนการสอนในห้องเรียนได้อย่างหลากหลาย และมีประสิทธิภาพอีกเครื่องมือหนึ่งในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้น จะเห็นได้ว่า Google Apps เพื่อการศึกษาสามารถตอบโจทย์การศึกษายุคใหม่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถือว่าเป็นการสร้างโลกการศึกษายุคใหม่ เพราะได้ทำให้รูปแบบการจัดการเรียนการสอน การติดต่อสื่อสารการมีปฏิสัมพันธ์แปรเปลี่ยนไปจากอดีตอย่างสิ้นเชิง

Lee (2018) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ประกอบการสอนปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปปฏิบัติและเพิ่มความเข้าใจในบทปฏิบัติการมากขึ้น โดยหนังสืออิเล็กโทรนิกส์นี้ถูกสร้างมาจาก Google Docs และ OneNote นักเรียนสามารถอ่านปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และอภิปรายผลการทดลองร่วมกันกับเพื่อนร่วมชั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากที่นักเรียนได้ใช้หนังสืออิเล็กโทรนิกส์ในการเรียนปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ พบว่า หนังสืออิเล็กโทรนิกส์ช่วยเพิ่มการเรียนรู้ ลดเวลาของนักเรียนในการเตรียมตัวเพื่อทำปฏิบัติการและการเขียนรายงานปฏิบัติการ

Herrington (2017) ได้ศึกษาผลของการใช้ระบบ Google Classroom เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน โดยการเรียนรู้เกิดจากการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมของนักเรียน ครูผู้สอนสามารถจัดโครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนด้วยตนเองเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ในการแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียน แต่อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้ภายนอกห้องเรียนเป็นสิ่งที่ไม่สามารถติดตามหรือกำกับดูแลนักเรียนได้ ดังนั้น ครูผู้สอนจึงใช้เครื่องมือของ Google เพื่อสื่อสาร แจ้งเตือน และประเมินความเข้าใจของนักเรียน หลังจากการใช้ Google Classroom ในการจัดการเรียนการสอนภายนอกชั้น

เรียน พบว่า นักเรียนสามารถประเมินความรู้ความเข้าใจในบทเรียนได้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนชี้แนะแนวทางในการเรียนวิชาเคมี กระตุ้นให้นักเรียนคิดตามบทเรียนและมีความสนุกไปกับการเรียนวิชาเคมีเพิ่มมากขึ้น

แอปพลิเคชัน

4.1 ความหมายของแอปพลิเคชัน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2555, น.64) ให้ความหมายของแอปพลิเคชันว่าเป็นโปรแกรมประยุกต์ (Applications หรือ Apps) ที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสามารถดาวน์โหลดผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ตามความต้องการ

กิรณา อึ้งสกุล, โสพล มีเจริญ, และ สุรพล บุญลือ (2556) ได้ให้ความหมายของแอปพลิเคชัน (Application) คือ โปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานบนมือถือ หรือแท็บเล็ตที่พัฒนาเพื่อใช้งานเฉพาะด้าน มีความไม่ซับซ้อน ใช้งานได้ง่าย ซึ่งแอปพลิเคชันที่ใช้ในปัจจุบันสามารถใช้ได้ทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และไอโอเอส (iOS)

Z. Davis (2018) ได้ให้ความหมายของแอปพลิเคชัน (Application) คือ โปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ที่ออกแบบมาสำหรับมือถือ แท็บเล็ต หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งในแต่ละระบบปฏิบัติการจะมีผู้พัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นมามากมายเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย หรือบางแอปพลิเคชันอาจต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม แอปพลิเคชันถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานทั้งในด้านการศึกษา ด้านการสื่อสารด้านสุขภาพ ด้านความบันเทิง เป็นต้น

พรทิพย์ วงศ์สินอุดม (2558) ได้ให้ความหมายของแอปพลิเคชันว่า เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานบนแท็บเล็ต มือถือ โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ในทุกเวลาและทุกสถานที่ แอปพลิเคชันในรูปแบบบทเรียนนี้ จะมีคำอธิบายการใช้งาน เนื้อหา แบบฝึกหัด โดยมีคำบรรยายและภาพเคลื่อนไหวประกอบ ผู้เรียนสามารถปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้ ตอบโจทย์ต่อความสามารถในการปรับตัวเข้ากับความต้องการทางการเรียนรู้ของในแต่ละบุคคล ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

กรสุวรรณ์ ศดิสสุวรรณกุล, ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง, และ ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ (2562) ได้ให้ความหมายของ Application หมายถึง โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นมาให้สามารถทำงานได้บนโทรศัพท์สมาร์ทโฟน ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และแอนดรอยด์ โดยคำศัพท์ของ Application คือคำย่อที่มาจาก Application Program หรือโปรแกรมประยุกต์ เป็นโปรแกรมที่

ได้รับการออกแบบให้ทำงานด้วยหน้าที่ที่เจาะจงโดยตรงสำหรับผู้ใช้หรือในบางกรณีสำหรับโปรแกรมประยุกต์อื่นๆ

จากความหมายของแอปพลิเคชันที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แอปพลิเคชันเป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต ซึ่งในปัจจุบันแอปพลิเคชันสามารถติดตั้งให้ใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และไอโอเอส (iOS) สำหรับแอปพลิเคชันในงานวิจัยนี้จัดเป็นแอปพลิเคชันเกม ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานในด้านการศึกษา

4.2 ประเภทของแอปพลิเคชัน

ชัยพร สุวรรณประสพ (2562) ได้กล่าวถึง รูปแบบของการพัฒนาแอปพลิเคชันได้ 3 รูปแบบ คือ Native Application Hybrid Application และ Web Application ไว้ดังนี้

1. Native Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัย Library หรือ SDK ของแพลตฟอร์ม (Platform) และจะต้องพัฒนาด้วยภาษาของแต่ละแพลตฟอร์ม เช่น มือถือแอนดรอยด์ (Android) ใช้ภาษาจาวา (Java) มือถือระบบวินโดวส์ (Windows Phone) ใช้ภาษาซีชาร์ป (C#) และมือถือไอโอเอส (iOS) ใช้ภาษาอ็อปเจ็คซี (Object-C) เป็นต้น ทั้งนี้ข้อดีของการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบนี้ คือ สามารถดึงทรัพยากรของระบบมาใช้งานได้เต็มที่และมีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับข้อเสียคือเมื่อต้องการพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานกับแพลตฟอร์มอื่นได้จะต้องเริ่มพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่ ซึ่งต้องใช้ต้นทุนสูงและใช้เวลานาน

2. Hybrid Application หรือ Cross-platform Application คือ แอปพลิเคชันที่พัฒนาโดยอาศัยเฟรมเวิร์ค (Framework) ซึ่งจะใช้ภาษาใดภาษาหนึ่งเป็นตัวกลางสำหรับการพัฒนาแล้วเฟรมเวิร์คก็จะทำการแปลงภาษานั้นๆให้แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม ข้อดีของการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบนี้ คือ ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาลดลง และแอปพลิเคชันยังสามารถใช้งานทรัพยากรได้ดีอีกด้วย

3. Web Application คือ แอปพลิเคชันที่แสดงหน้าเว็บ สามารถเข้าผ่านเบราว์เซอร์ (Browser) ได้ทันที ซึ่งการใช้งานแอปพลิเคชันจะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลา และอาจจะไม่สามารถใช้ทรัพยากรบางอย่างของระบบได้ ทั้งนี้ข้อดีของการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบนี้ คือ ใช้เวลาในการพัฒนาได้รวดเร็ว

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันในรูปแบบ Web Application โดยใช้โปรแกรม Laravel framework, PHP และ HTML5 languages สร้างระบบล็อกอินด้วย PHP และ MySQL เนื่องจากสามารถสร้างแอปพลิเคชันได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS

มีการใช้งานที่ง่าย สะดวก มีฟังก์ชันที่หลากหลาย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างนั้น นอกจากเครื่องมือพื้นฐานแล้ว ยังมีการเชื่อมต่อไปยังผลิตภัณฑ์จาก Google , Facebook และ Microsoft รวมทั้งตัวแอปพลิเคชันสามารถอัปเดตได้อย่างสม่ำเสมอด้วย

4.3 ส่วนประกอบของแอปพลิเคชัน

จักรชัย โสอินทร์, พงษ์ศธร จันทร์ยอย, และ ณัฐณิชา วีระมงคลเลิศ (2555) แบ่งส่วนประกอบของแอปพลิเคชันออกได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. Activity คือ Application Component ที่ใช้ในการควบคุมการสร้าง User Interface เช่น การแสดงผลหน้าจอรายการอีเมล, การแสดงหน้าจอแบบฟอร์มการส่งอีเมล เป็นต้น รวมถึงควบคุมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับ User Interface ด้วย เช่น เมื่อผู้ใช้เลือกรายการอีเมลก็จะทำการตอบสนองผู้ใช้โดยการแสดงข้อมูลรายการอีเมลที่เลือก เป็นต้น สำหรับการสร้าง Activity นั้นทำได้โดยการสร้าง Class และให้สืบทอดจาก Class Activity หรือสืบทอดจาก Class ใด ๆ ก็ตามที่ได้รับการสืบทอดมาจาก Class Activity โดย Activity หนึ่ง ๆ จะควบคุมการแสดงผลเฉพาะ User Interface เท่านั้น และนั่นแสดงให้เห็นว่า ในแต่ละแอปพลิเคชันจะประกอบด้วย Activity จำนวนมากที่ทำงานร่วมกันอยู่

2. Service คือ Application Component ที่ไม่มี User Interface และจะทำการประมวลผลใน Background กล่าวคือเป็นการประมวลผลที่ดำเนินไปพร้อมกับที่ผู้ใช้สามารถไปใช้งานแอปพลิเคชันอื่น ๆ ได้ โดยมีการประมวลผลใน Background คือการประมวลผลที่สามารถทำงานควบคู่กับการทำงานอื่น ๆ ของผู้ใช้ เพื่อทำให้เกิดการทำงานใด ๆ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องอยู่ในหน้าจอนั้นๆ ได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะการทำงานนั้นต้องใช้ระยะเวลานาน เช่น การใช้ Service เปิดเพลง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้แอปพลิเคชันอื่นได้ แต่ยูทูปยังคงเล่นอยู่ หรือ การใช้ Service ดาวน์โหลดข้อมูลใด ๆ ที่มีขนาดใหญ่ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถไปใช้แอปพลิเคชันอื่นได้ แต่การดาวน์โหลดยังคงดำเนินอยู่ เป็นต้น

3. Service Content Provider คือ Application Component ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมข้อมูลใด ๆ ของแอปพลิเคชันที่ต้องการ Share ให้แอปพลิเคชันอื่น ๆ สามารถนำข้อมูลไปใช้งานได้หรือกล่าวในทางกลับกันก็คือ แอปพลิเคชันใด ๆ สามารถนำข้อมูล (รวมถึงแก้ไขข้อมูลได้ถ้า Content Provider อนุญาต) ของแอปพลิเคชันอื่น ๆ มาใช้งานได้ โดยกระทำผ่าน Content Provider เช่น System ได้จัดเตรียม Content Provider ที่เป็นข้อมูลรายชื่อผู้ติดต่อ (Contact) ไว้เพื่อให้ Application ที่ต้องการใช้ข้อมูลรายชื่อผู้ติดต่อนี้ สามารถนำข้อมูลไปใช้หรือแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ เป็นต้น

4. Broadcast Receiver คือ Application Component ที่ไม่มี User Interface โดยจะทำหน้าที่รับรู้สิ่งที่เกิดขึ้นของ System และนำมาบอกให้ผู้ใช้ได้รับรู้ เช่น เมื่อแบตเตอรี่ต่ำ, เมื่อหน้าจอถูกถ่ายภาพ หรือเมื่อมีการพักหน้าจอ เป็นต้น ทั้งนี้แอปพลิเคชันใด ๆ สามารถนำ Broadcast Receiver มาใช้ประโยชน์ได้ เช่น เมื่อแอปพลิเคชันได้ดาวน์โหลดข้อมูลเสร็จเรียบร้อย เป็นต้น ซึ่งโดยส่วนมากแล้วการตอบสนองของ Broadcast Receiver จะกระทำผ่านการแจ้งเตือนเพื่อแจ้งสิ่งที่เกิดขึ้นให้ผู้ใช้ได้รับรู้

4.4 ประเภทของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2555) ได้แบ่งประเภทของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. แอปพลิเคชันรูปแบบส่งเสริมการเรียน (Learning Media) หมายถึง แอปพลิเคชันที่นำเสนอเนื้อหา มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น แอปพลิเคชันการเรียนภาษาอังกฤษ เป็นต้น

2. แอปพลิเคชันรูปแบบเสริมการสอน (Instruction Media) หมายถึง แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นสื่อช่วยครูในการสอน เช่น แอปพลิเคชันแสดงการระเบิดของภูเขาไฟ แอปพลิเคชันแสดงการไหลเวียนของโลหิต เป็นต้น

3. แอปพลิเคชันรูปแบบสร้างองค์ความรู้ (Construction Media) หมายถึง แอปพลิเคชันที่เป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือผลงานประกอบการเรียนรู้หรือสร้างองค์ความรู้ เช่น แอปพลิเคชันสร้างรูปทรงสามมิติ เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ซึ่งจัดเป็นแอปพลิเคชันรูปแบบส่งเสริมการเรียน (Learning Media) ประกอบด้วยการนำเสนอเนื้อหา เกม และการทดสอบย่อยเพื่อประเมินตนเอง โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองทั้งภายในและภายนอกชั้นเรียน

4.5 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แอปพลิเคชัน

ธงชัย แก้วกิริยา (2558) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่หรือคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่เรียกว่า เอ็มเลิร์นนิ่ง (m-Leaning) เป็นการเรียนรู้แบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายโดยการนำมือถือ แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สื่อสาร ต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบต่างๆได้ เข้ามาใช้ในกระบวนการจัดเรียนการสอนโดยนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ผู้เรียนได้รับประโยชน์ในเรื่องของความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลบทเรียนที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ง่ายมากกว่าการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ Desktop หรือคอมพิวเตอร์แบบ

Notebook เนื่องจากการใช้อุปกรณ์ มือถือเพื่อการเรียนการสอนนั้นมีความสะดวก และรวดเร็วมากกว่า นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่หรือคอมพิวเตอร์แบบพกพาถือเป็นการสนับสนุนการเรียนรู้รายบุคคลและการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้คอยดูแลจัดเตรียมแหล่งทรัพยากรออนไลน์ และชี้แนะวิธีการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน สามารถสื่อสารได้โดยใช้มัลติมีเดียรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพ, ข้อความ, เสียง, ภาพเคลื่อนไหว ผ่านทางจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้เรียน ช่วยให้อำนวยความสะดวกผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งตัวอย่างการนำเอ็มเลิร์นนิ่งไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เช่น การใช้แอปพลิเคชันในการจัดการเรียนการสอน เพื่อทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ และสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนเข้ามาศึกษาบทเรียนเพิ่มขึ้น

Voštinár (2017) ได้ศึกษาการใช้แอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน วิชา คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งได้ทำการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับช่วยในการคำนวณ โดยใช้แอปพลิเคชัน 5 แอปพลิเคชัน ได้แก่ Inventor, Thunkable, AppyBuilder, AppsGeyser และ Infinity monkey ในการสร้าง และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน พบว่า แอปพลิเคชัน Inventor เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างแอปพลิเคชันสำหรับสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตที่เป็นระบบปฏิบัติการ Android ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมด้วยการต่อบล็อกคำสั่ง แอปพลิเคชัน Thunkable เป็นเครื่องมือสร้างโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อติดตั้งบนสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android, iOS โดยผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมด้วยการต่อบล็อกคำสั่งเช่นเดียวกัน แอปพลิเคชัน AppyBuilder สามารถสร้างแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการ Android มีข้อจำกัดของเครื่องมือที่ต้องสร้างจากบนเว็บเพจเท่านั้น AppsGeyser สามารถสร้างแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการ Android จากบนเว็บเพจ มีโปรแกรมต้นแบบมากกว่า 70 ต้นแบบให้เลือกใช้งาน ข้อจำกัดคือ ผู้ใช้งานต้องเลือกเทมเพลตจากโปรแกรมต้นแบบ ไม่สามารถสร้างโปรแกรมต้นแบบของตนเองได้ และ Infinity monkey เป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างแอปพลิเคชันได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android, iOS ข้อจำกัด คือ โปรแกรมนี้ไม่มีนักพัฒนาโปรแกรมที่ช่วยอัปเดตให้ข้อมูลทันสมัยเป็นปัจจุบัน หลังจากผู้วิจัยได้ทำการสร้างแอปพลิเคชัน ผลสรุปว่า แอปพลิเคชัน Inventor, Thunkable, AppyBuilder เป็นแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ครูผู้สอนสามารถสร้างแอปพลิเคชันในรายวิชาต่างๆ หรือใช้ในการสอนเขียนโปรแกรมให้นักเรียนในระดับมัธยมปลาย หรือระดับมหาวิทยาลัย โดยไม่ต้องมีความรู้ในการเขียนโปรแกรมมาก่อน

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชัน

ภาณุวัฒน์ วรพิทย์เบญจา, จำรัส กลิ่นหนู, และ ณรงค์ศักดิ์ ศรีสม (2558) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนเสมือนจริงบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และครูผู้สอน พบว่าแอปพลิเคชันสามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อนักเรียนใช้แอปพลิเคชันนี้ในการทบทวนเนื้อหาวิชาเรียนนอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนรูปแบบปกติ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสามารถจดจำเนื้อหาวิชาเรียนได้ดียิ่งขึ้น โดยผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่ทดลองใช้แอปพลิเคชันในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.10 จาก 5.00 และความพึงพอใจของครูผู้สอนที่ทดลองใช้แอปพลิเคชันในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.09 จาก 5.00

สุรเชษฐ์ จันทร์งาม และ พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2561) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านผสานความจริงเสริมด้วยเออาร์แอปพลิเคชันเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า นักศึกษาได้มีการประเมินรูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านผสานความจริงเสริมด้วยเออาร์แอปพลิเคชันเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีอยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน ทำการประเมินรูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านผสานความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

Winter (2016) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันรูปแบบเกมที่สามารถใช้งานได้ในโทรศัพท์มือถือ แอปพลิเคชันนี้มีชื่อว่า Chairs! เป็นแอปพลิเคชันที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาเคมีอินทรีย์ หัวข้อ ปรากฏการณ์การพลิกกลับของโครงสร้างวงไซโคลเฮกเซน ซึ่งช่วยให้นักเรียนเห็นภาพ และเข้าใจถึง conformation ต่างๆของไซโคลเฮกเซนมากยิ่งขึ้น

Jones (2018) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง เคมีอินทรีย์ซึ่งสามารถใช้งานได้ในโทรศัพท์มือถือ แอปพลิเคชันนี้สามารถระบุคะแนน เลือกระดับความยาก-ง่ายของคำถาม ติดตามความคืบหน้าของการทำแบบทดสอบในแต่ละด่าน อีกทั้งผู้เรียนสามารถแชร์คะแนนลงบนโซเชียลมีเดีย จากการศึกษาพบว่า แอปพลิเคชันนี้ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน และสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการสอนในเรื่อง เคมีอินทรีย์

Aw (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชัน Nucleophile’s Point of View (NuPOV) ที่ใช้สร้างโมเลกุลในรูปแบบ 3 มิติ (3D) โดยเป็นการผสมผสานโครงสร้าง 3 มิติกับเทคโนโลยีความเป็น

จริงเสมือน (virtual reality, VR) และความเป็นจริงเสริม (augmented reality, AR) เข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี หัวข้อนิวคลีโอไฟล์ (nucleophile) ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจในระดับที่ลึกขึ้น แอปพลิเคชันช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาการเรียน และผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการใช้แอปพลิเคชันนี้ในการเรียน

เกม

5.1 ความหมายของเกม

วรศักดิ์ เพียรชอบ (2558, น. 93) ได้ให้ความหมายของเกม (Game) หมายถึง กิจกรรมหนึ่งกิจกรรมใดที่ไม่เป็นกิจวัตรประจำวัน มีกฎระเบียบกติกา การเล่นมีเล่นในเวลาว่าง ด้วยความสมัครใจ และมีจุดมุ่งหมายของการเล่นเพื่อความสนุกสนานเป็นสำคัญ

ทิศนา แขมมณี (2550, น. 365) อธิบายว่า เกมเป็นอีกวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถนำมาใช้ในการสอนได้ดี โดยเป็นการนำกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา และนำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมของผู้เรียนมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้

จากความหมายของเกมที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ยึดความหมายของทิศนา แขมมณี ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า เกมสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนสอน โดยเป็นการนำกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด กำหนดให้ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา นำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมของผู้เรียนมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน

5.2 ประเภทของเกม

เยาวพา เดชะคุปต์ (2546, น. 56) ได้แบ่งประเภทของเกมไว้ 8 ประเภท คือ

1. การเล่นเป็นนิยายและการเล่นเลียนแบบ (Story Play) ได้แก่ การเล่นที่มีนิยายประกอบและแสดงท่าทางตามนิยาย

2. การเล่นเบ็ดเตล็ด (Low Organization) เป็นการเล่นที่มีกติกาเล็ก ๆ น้อย ๆ ส่งเสริม ให้เด็กมีทักษะทางการเคลื่อนไหว

3. เกมการเล่นที่ส่งเสริมสมรรถภาพตนเอง (Self Testing) เป็นการเล่นที่ส่งเสริมให้เด็กมีความแข็งแกร่งของอวัยวะส่วนต่าง ๆ

4. เกมนำไปสู่กีฬาใหญ่ (Lead-up Games) เป็นเกมที่ทำให้เกิดทักษะในการเล่นกีฬา

5. เกมการเคลื่อนไหวและการประกอบเพลง (Motion Song and Singing Games) ได้แก่ การร้องเพลงที่มีท่าทางประกอบหรือร้องเพลงแล้วเล่นเกมไปด้วย

6. เกมนันทนาการ (Recreation Games) เป็นการเล่นเพื่อความเพลิดเพลินใช้เวลาผ่อนคลายความตึงเครียด

7. เกมที่เล่นเป็นกลุ่ม (Group Games) เป็นเกมที่เล่นกันเป็นกลุ่มง่ายๆ เพื่อส่งเสริมทางด้านสังคมของเด็ก

8. เกมการศึกษา (Didactic Games or Education Games) เป็นการเล่นเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้พื้นฐานทางการศึกษามุ่งให้เด็กใช้สติปัญญา สังเกตคิดหาเหตุผลและแก้ปัญหา

จากประเภทของเกมที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ซึ่งมีรูปแบบเป็นเกมการศึกษาผสมผสานกับการให้ความรู้ (Didactic Games or Education Games) เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในเรื่อง ไอโซเมอร์ ให้กับนักเรียน นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีการจินตนาการตามเนื้อหา และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3 เกมเพื่อการศึกษา

Addinall (1982) ได้ให้ความหมายของเกมเพื่อการศึกษาว่า เป็นเกมที่ถูกออกแบบสำหรับการศึกษาทุกระดับชั้น ปรับเข้ากับทุกเนื้อหาวิชา และสามารถใช้ได้กับเด็กทุกวัย รูปแบบของเกมมีตั้งแต่ระดับพื้นฐาน จนถึงระดับที่ซับซ้อนสำหรับผู้ใหญ่ เมื่อมีการพัฒนาเกมเพื่อนำมาใช้ในห้องเรียนจะต้องให้ความสำคัญกับองค์ประกอบต่างๆ เช่น กลไกและบทบาทของเกมเพื่อการศึกษา เกณฑ์ในการให้คะแนน และวิธีที่จะได้เป็นผู้ชนะ สิ่งสำคัญคือผู้ออกแบบเกมจะต้องพัฒนาให้มีในเกม คือ ความสนุกสนานและความเพลิดเพลิน

Harrell (2013) ได้กล่าวถึงความหมายของเกมเพื่อการศึกษาว่า เป็นโปรแกรมหรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ประเภทเกม รูปแบบการเล่นมีทั้งแบบเล่นคนเดียวและเล่นแบบหลายคน ใช้อุปกรณ์ดิจิทัล เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ตเป็นอุปกรณ์ในการเล่นและสร้างประสบการณ์ ส่วนประกอบหลักของเกมประกอบด้วยกติกา การแข่งขัน โดยมีจุดมุ่งหมายของการเล่นเพื่อสร้างแรงจูงใจ ความสนุกสนาน ความท้าทายให้แก่ผู้เล่น รวมถึงเพื่อความบันเทิงหรืออาจใช้เพื่อการเรียนการสอนก็ได้

พรพิมล รอดเคราะห์ (2558) ได้สรุปความหมายของเกมเพื่อการศึกษาว่า เกมจัดเป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทหนึ่งที่ช่วยให้การสอนเกิดประสิทธิภาพ ทั้งยังสร้างความสนุกสนานให้แก่ผู้เรียนไปพร้อมๆกับการให้ความรู้ระหว่างการเล่น โดยจะเป็นเกมที่สร้างขึ้นด้วย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถเล่นผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆได้ โดยภายในเกมจะมีกฎ กติกา และเป้าหมายให้ผู้เล่นได้ท้าทายได้รับความบันเทิงและเกิดการเรียนรู้

5.4 องค์ประกอบของเกมเพื่อการศึกษา

Alessi (2001) อ้างถึงใน พรพิมล รอดเคราะห์ (2558) อธิบายองค์ประกอบของวิธีการสอนโดยใช้เกม ดังนี้

1. เป้าหมาย (Goals) ในแต่ละจะต้องมีการตั้งเป้าหมายให้ผู้เรียนุไปให้ถึงเพื่อกระตุ้นและเร้าความสนใจของผู้เรียนุ โดยเป้าหมายนี้จะต้องเป็นเป้าหมายในระดับไม่ยากเกินไป

2. กฎ กติกา (Rules) ถือเป็นการกำหนดขอบเขตข้อบังคับหรือข้อจำกัดต่างๆของสิ่งที่ผู้เรียนสามารถกระทำได้ภายในเกม ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความจำเป็น

3. การแข่งขัน (Competition) เกมจะต้องมีการแข่งขันซึ่งก่อให้เกิดความท้าทายแก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะเป็นการแข่งขันกับเพื่อนร่วมชั้น หรือแข่งกับเวลา หรือการแข่งขันกับปัจจัยหลายๆด้าน

4. ความท้าทาย (Challenge) เกมจะต้องท้าทายผู้เรียน ซึ่งความท้าทายนั้น ได้แก่ความพยายามที่จะนำไปสู่เป้าหมาย ในบางบทเรียนประเภทเกมควรจะมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถของผู้เรียุน

5. จินตนาการ (Fantasy) เกมมักจะใช้จินตนาการเป็นการสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้เรียน ระดับของการใช้จินตนาการในบทเรียนอาจแตกต่างกันไป ตั้งแต่ระดับที่ใกล้เคียงกับความจริงไปจนถึงระดับที่เต็มไปด้วยความเพ้อฝัน

6. ความปลอดภัย (Safety) เกมการจำลองต้องยึดหลักความปลอดภัยของผู้เรียน กล่าวคือ การจำลองสถานการณ์เพื่อความปลอดภัย ซึ่งในความเป็นจริงสถานการณ์นั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้เรียนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้ เช่น สถานการณ์ในการรบ การต่อสู้ เป็นต้น

7. ความสนุกสนานเพลิดเพลิน (Entertainment) แม้ว่าวัตถุประสงค์หลักของบทเรียนประเภทเกม คือ การให้ความรู้และทักษะแก่ผู้เรียุน แต่ความสนุกสนานเพลิดเพลินถือว่าเป็นลักษณะสำคัญที่สุดประการหนึ่ง เพราะความสนุกสนานเพลิดเพลินเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการเรียนรู้

ทิศนา แขมมณี (2550, น. 365) อธิบายองค์ประกอบของวิธีการสอนโดยใช้เกม ดังนี้

1. มีผู้สอนและผู้เรียน

2. มีเกม และกติกาการเล่น

3. มีการเล่นเกมตามกติกา

4. มีการอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น วิธีการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของผู้เล่นหลังการเล่น

5. มีผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

นอกจากนี้ ทิศนา แขมมณี (2550, น. 366-368) ได้อธิบายเทคนิคและข้อเสนอแนะต่างๆ ในการใช้วิธีสอนโดยใช้เกมให้มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. การเลือกและนำเสนอเกม เกมที่นำมาใช้ในการสอนส่วนใหญ่จะเป็นเกมประเภทเกมการศึกษา คือเป็นเกมที่มีวัตถุประสงค์ มุ่งให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ มิใช่เล่นเพียงเพื่อความสนุกสนานเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ผู้สอนอาจมีการนำเกมที่เล่นกันเพื่อความบันเทิงเป็นสำคัญมาใช้ในการสอน โดยนำมาเพิ่มขั้นตอนสำคัญคือการวิเคราะห์อภิปรายเพื่อการเรียนรู้ เกมที่ได้รับการออกแบบให้เป็นเกมการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ 1) เกมแบบไม่มีการแข่งขัน เช่น เกมการสื่อสาร เกมการตอบคำถาม เป็นต้น 2) เกมแบบแข่งขัน มีผู้แพ้ ผู้ชนะ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเกมในลักษณะนี้ เพราะการแข่งขันช่วยเพิ่มความสนุกสนาน และแรงจูงใจมากขึ้น และ 3) เกมจำลองสถานการณ์ (Simulation game) เป็นเกมที่จำลองความเป็นจริง หรือสถานการณ์จริง ซึ่งผู้เล่นจะต้องคิดตัดสินใจจากข้อมูลที่มี และได้รับผลของการตัดสินใจเหมือนกับที่ควรจะได้รับในความเป็นจริง

การเลือกเกมเพื่อนำมาใช้สอนทำได้หลายวิธี ผู้สอนอาจเป็นผู้สร้างเกมขึ้นให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ของการสอนของตนเองหรืออาจนำเกมที่มีผู้สร้างขึ้นแล้วมาทำการดัดแปลงให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ตรงกับความต้องการ หากผู้สอนต้องการสร้างเกมขึ้นใช้เอง ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้าง กลไกและจะต้องทดลองใช้เกมที่สร้างหลายๆ ครั้ง จนแน่ใจว่า เกมสามารถใช้ได้ผลดีตามวัตถุประสงค์ หากเป็นการดัดแปลงผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาเกมนั้นให้เข้าใจก่อน แล้วจึงดัดแปลงและทดลองใช้ก่อนเช่นกัน สำหรับการนำเกมการศึกษามาใช้เลยนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาเกมนั้น กลไกของเกมให้เข้าใจและลองเล่นเกมก่อน เพื่อจะได้เห็นประเด็นและข้อขัดข้องต่างๆ อันจะช่วยให้ผู้สอนมีการเตรียมการป้องกันหรือแก้ไขไว้ล่วงหน้า ช่วยให้การเล่นจริงของผู้เรียนเป็นไปอย่างราบรื่น ส่วนคอมพิวเตอร์เกมนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องมีทั้งซอฟต์แวร์ (software) และฮาร์ดแวร์ (hardware) คือ ตัวเกมและเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนจึงจะสามารถเล่นได้

2. การชี้แจงวิธีการเล่น และกติกาการเล่น เนื่องจากเกมแต่ละเกมมีวิธีการเล่น และกติกาการเล่นที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากน้อยแตกต่างกัน ในกรณีที่เกมนั้นเป็นเกมง่ายๆ มีวิธีเล่นและกติกาไม่ซับซ้อน การชี้แจงก็ย่อมทำได้ง่าย แต่ถ้าเกมนั้นมีความซับซ้อนมาก การชี้แจงก็จะทำ

ได้ยากขึ้นผู้สอนควรจัดลำดับขั้นตอนและให้รายละเอียดที่ชัดเจนโดยอาจต้องใช้สื่อเข้าช่วย หรืออาจให้ผู้เรียนซ้อมเล่นก่อนการเล่นจริง

กติกาการเล่น เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการเล่นเกม เพราะกติกานี้จะตั้งขึ้นเพื่อควบคุมให้การเล่นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้สอนควรศึกษากติกาการเล่น และวิเคราะห์ (หากเกมไม่ได้ให้รายละเอียดไว้) กติกาว่า กติกาแต่ละข้อมีขึ้นด้วยวัตถุประสงค์อะไร และควรดูแลให้ผู้แล่นปฏิบัติตามกติกาของการเล่นอย่างเคร่งครัด

3. การเล่นเกม ก่อนการเล่นเกม ผู้สอนควรจัดสถานที่ของการเล่นให้อยู่ในสภาพที่เอื้อต่อการเล่น ไม่เช่นนั้น อาจจะทำให้การเล่นเป็นไปอย่างติดขัดและเสียเวลา เสียอารมณ์ของผู้เล่นด้วย การเล่นควรเป็นไปตามลำดับขั้นตอน และในบางกรณีต้องควบคุมเวลาในการเล่นด้วย ในขณะที่ผู้เรียนกำลังเล่นเกม ผู้สอนควรติดตามสังเกตพฤติกรรมการเล่นของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด และควรบันทึกข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้ เพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายหลังการเล่น หากเป็นไปได้ผู้สอนควรมอบหมายผู้เรียนบางคนให้ทำหน้าที่สังเกตการณ์การเล่น และควบคุมกติกาการเล่นด้วย

4. การอภิปรายหลังการเล่น ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก หากขาดขั้นตอนนี้การเล่นเกมก็คงไม่ใช่วิธีสอน แต่เป็นเพียงการเล่นเกมธรรมดาๆ จุดเน้นของเกมอยู่ที่การเรียนรู้ยุทธวิธีต่างๆ ที่จะเอาชนะอุปสรรค เพื่อจะไปให้ถึงเป้าหมาย ผู้สอนจำเป็นต้องเข้าใจว่าจุดเน้นของการใช้เกมในการสอนนั้น ก็เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ การใช้เกมในการสอนโดยทั่วๆ ไป มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ฝึกฝนเทคนิคหรือทักษะต่างๆ ที่ต้องการ (ใช้ยุทธวิธีการเล่นที่สนุกและการแข่งขันมาเป็นเครื่องมือในการให้ผู้เรียนฝึกฝนทักษะต่างๆ) 2) เรียนรู้เนื้อหาสาระจากเกมนั้น และ 3) เรียนรู้ความเป็นจริงของสถานการณ์ต่างๆ ดังนั้น การอภิปรายจึงควรมุ่งประเด็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสอนนั้นๆ กล่าวคือ ถ้าการใช้เกมนั้นมุ่งเพียงเป็นเครื่องมือฝึกทักษะให้ผู้เรียน การอภิปรายก็ควรมุ่งไปที่ทักษะที่ผู้เรียนได้พัฒนา ประสบความสำเร็จตามต้องการหรือไม่ และจะมีวิธีใดที่จะช่วยให้ประสบความสำเร็จมากขึ้น แต่ถ้ามุ่งเนื้อหาสาระจากเกม ก็ควรอภิปรายในประเด็นที่ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาบทเรียนอย่างไร มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างไร ได้ความเข้าใจนั้นมาจากการเล่นเกมตรงส่วนใด เป็นต้น ถ้ามุ่งการเรียนรู้ความเป็นจริงของสถานการณ์ ก็ควรอภิปรายในประเด็นที่ว่า ผู้เรียนได้เรียนรู้ความจริงอะไรบ้างการเรียนรู้นั้นได้มาจากไหน และอย่างไร ผู้เรียนได้มาจากไหน และอย่างไร ผู้เรียนได้ตัดสินใจอะไรบ้าง ทำไมจึงตัดสินใจเช่นนั้น และการตัดสินใจให้ผลอย่างไร ผลนั้นบอกความจริงอะไร ผู้เรียนมีข้อสรุปอย่างไร เพราะอะไรจึงสรุปอย่างนั้น เป็นต้น

Majumdar (2016) ได้อธิบาย 5 องค์ประกอบของการสร้างเกมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ความขัดแย้ง สำหรับเกมที่น่าสนใจควรมีความขัดแย้งบางอย่างที่จะนำเสนอความท้าทายสำหรับผู้เล่น เพื่อที่จะเอาชนะ ความท้าทายอาจเป็นอุปสรรคทางกายภาพ เช่น การแข่งขันกับผู้เล่นอื่นหรือมีปริศนาที่ต้องแก้ไข มีความขัดแย้งหลายประเภทที่สามารถสร้างขึ้นในการเรียนรู้ด้วยเกม ผู้ออกแบบยังสามารถแสดงถึงความขัดแย้งในโลกแห่งความจริงที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ที่จะจัดการกับเช่นความขัดแย้งระหว่างข้อจำกัดด้านคุณภาพ เวลา หรืองบประมาณ สิ่งเหล่านี้ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ทักษะที่จำเป็นในชีวิตการทำงานในชีวิตประจำวันได้

2. กลยุทธ์และโอกาสเกมที่ใช้กลยุทธ์เป็นตัวควบคุมจำนวนมากอยู่ในมือของผู้เล่นในรูปแบบของการตัดสินใจที่สามารถส่งผลต่อการเล่นเกมหรือโอกาสในการบรรลุเป้าหมาย เพื่อการเรียนรู้ที่ดีที่สุดควรออกแบบเกมที่รวมทั้งกลยุทธ์และโอกาสในการแก้ปัญหา เพื่อเพิ่มความท้าทายและความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

3. สุนทรียศาสตร์ นักพัฒนาเกมเพื่อการศึกษาส่วนใหญ่ยอมรับว่าสุนทรียภาพนั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเกม ความสวยงามมีอำนาจในการดึงดูดผู้เรียนเข้ามาในเกม ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวเป็นเครื่องมือใช้ในการดึงดูดผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

4. ธีมและเรื่องราว เกมเพื่อการเรียนรู้ที่มีการถ่ายทอดภาพและมีเรื่องราวสั้น ๆ สามารถเพิ่มความสนใจ และสร้างการมีส่วนร่วมในเกม ซึ่งเนื้อเรื่องสั้นๆ สามารถแทรกเข้าไปในเกมการเรียนรู้ ซึ่งพบว่าการที่ผู้เรียนได้เป็นส่วนหนึ่งของการเล่าเรื่องช่วยให้ผู้เรียนเกิดการจดจำมากกว่าเพียงแค่รวบรวมข้อเท็จจริงที่ปราศจากเรื่องราวหรือบริบทในชีวิตประจำวัน

5. รางวัล หมายถึง สิ่งต่าง ๆ หรือของที่ระลึกที่ผู้เล่นจะได้รับจากการเล่นเกม การเรียนรู้ในรูปแบบ Gamification คือ การให้ความสำเร็จของผู้เล่นสำหรับการบรรลุภารกิจบางอย่างในเกม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนทำผลงาน และเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

จากองค์ประกอบของเกมเพื่อการศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบของเกมเพื่อการศึกษาที่ช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. ลักษณะของเกมเป็นแบบแข่งขัน มีผู้แพ้ ผู้ชนะ เนื่องจากการแข่งขันช่วยให้การเล่นเพิ่มความสนุกสนานมากขึ้น

2. การชี้แจงวิธีการเล่น และกติกาการเล่น ควรเป็นเกมที่มีวิธีเล่นและกติกาไม่ซับซ้อน ซึ่งก่อนการเล่นครูผู้สอนควรชี้แจงวิธีการเล่น และกติกาการเล่นอย่างชัดเจน

3. การเล่นเกมตามกติกา ในขณะที่ผู้เรียนกำลังเล่นเกม ผู้สอนควรติดตามสังเกตพฤติกรรมการเล่นของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด ควรบันทึกข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้ และมีการควบคุมเวลาในการเล่นด้วย

4. การอภิปรายหลังจากการเล่นเกม โดยมีการอภิปรายร่วมกันในหัวข้อต่างๆ เช่น ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระอะไรจากเกมบ้าง รู้ได้อย่างไร ด้วยวิธีใด มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างไร ได้ความเข้าใจนั้นมาจากการเล่นเกมตรงส่วนใด เป็นต้น

5. รางวัล หลังจากการเล่นเกมผู้เล่นจะได้รับรางวัลจากการเล่นเกม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนทำผลงาน และเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

5.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนด้วยเกมเพื่อการศึกษา

Skinner (1938) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันเป็นผู้คิดทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบการกระทำ (Operant Conditioning theory) โดยมีความเชื่อว่า สิ่งเสริมแรงเป็นสิ่งเร้าที่ช่วยให้เกิดพฤติกรรมและการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างจงใจ กระทำ การเสริมแรง (Reinforcement) แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) หมายถึง สิ่งเร้าใดเมื่อนำมาใช้แล้วทำให้อัตราการตอบสนองมากขึ้น เช่น คำชมเชย รางวัล อาหาร เป็นต้น ส่วนการเสริมแรงทางลบ (Negative Reinforcement) หมายถึง สิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความรู้สึกไม่พอใจที่สามารถหลีกหนีสิ่งเร้าที่ไม่พอใจได้สำเร็จด้วยการเสริมแรงนั่นเอง

Caine (1991) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานว่า เป็นการที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่หลากหลาย ทั้งที่เป็นจริงและวาดฝัน และหาวิธีการต่าง ๆ ในการรับประสบการณ์เข้ามา ซึ่งหมายรวมถึงการสะท้อนความคิด การคิดวิจารณญาณและการแสดงออกในเชิงศิลปะซึ่งเป็นการสรุปความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้

Bruner (1956) เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งนำไปสู่การค้นพบและการแก้ปัญหา เรียกว่า การเรียนรู้โดยการค้นพบ (Discovery approach) ผู้เรียนจะประมวลข้อมูลข่าวสารจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และจะรับรู้สิ่งที่ตนเองเลือกหรือสิ่งที่ใส่ใจ การเรียนรู้แบบนี้จะช่วยให้เกิดการค้นพบเนื่องจากผู้เรียนมีความสนใจอยากรู้อยากเห็น ซึ่งจะเป็นแรงผลักดันที่ทำให้สำรวจค้นหาคำตอบ และทำให้เกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบ โดยมีแนวคิดที่เป็นพื้นฐาน ดังนี้ 1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง 2. ผู้เรียนแต่ละคนจะมีประสบการณ์และพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จะเกิด

จากการที่ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบใหม่กับความรู้เดิมแล้วนำมาสร้างเป็นความหมายใหม่

การเรียนด้วยเกมเพื่อการศึกษาได้นำทฤษฎีการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน ฝึกการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ฝึกการคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องต่างๆ อย่างสนุกสนานและท้าทายความสามารถ โดยผู้เรียนเป็นผู้เล่นเอง ทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง เป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมสูง

5.6 วิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกมเพื่อการศึกษา

พรพิมล รอดเคราะห์ (2558) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบ stepwise พบว่าตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์มี 3 ตัวแปร คือ จำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย จำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับ และคะแนนในการเล่นเกม โดยตัวแปรทั้ง 3 ตัวนี้เชื่อมโยงไปสู่ความแปรปรวนของระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้ร้อยละ 35

นครินทร์ สุกใส (2561) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเกมมิฟิเคชันที่มีต่อความสามารถในกการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเกมมิฟิเคชันมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และนักเรียนกลุ่มทดลองเคชันมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

Junior (2018) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันรูปแบบของเกม เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การอ่านชื่อของสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งลักษณะของเกมจะเป็นลักษณะการแข่งขันเป็นคู่ผลัดกันตอบคำถาม คำถามมีการสุ่ม นักเรียนสามารถเลือกระดับความยากง่ายของคำถาม มีตัวช่วย การตัดสินแพ้-ชนะ ตัดสินได้จากจำนวนเงินที่เหลือ นักเรียนที่มีจำนวนเงินเหลือมากกว่าจะเป็นผู้ชนะ โดยในแต่ละห้องเรียนมีการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 2 คน ทำการแข่งขันกัน เมื่อได้ผู้ชนะ ผู้ชนะจะไปแข่งขันกับกลุ่มข้างเคียงไปเรื่อยๆ จนได้ผู้ชนะเลิศของแต่ละห้องเรียน พบว่า

นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน มีความเข้าใจในเนื้อหา และมีความพึงพอใจในระดับสูงเมื่อใช้แอปพลิเคชันในการเรียน

J. N. d. S. Junior (2020) ได้พัฒนาบอร์ดเกม เรื่อง ปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์ เพื่อดึงดูดและเพิ่มความสนุกสนานให้แก่นักเรียน โดยเกมนี้สามารถเลือกได้ 4 ภาษา ได้แก่ อังกฤษ, โปรตุเกส, สเปนและฝรั่งเศส และสามารถดาวน์โหลดได้ฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย ผลการวิจัยพบว่า เกมนี้มีประโยชน์ในฐานะที่เป็นเครื่องมือสอนเสริมที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทบทวนปฏิกิริยาของสารประกอบเคมีอินทรีย์ในห้องเรียน

J. N. S. Junior (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเกม Time Bomb Game เรื่อง โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา และอุดมศึกษา ลักษณะของเกมจะเป็นเกมตอบคำถาม 4 ตัวเลือก 3 ระดับความยาก-ง่าย ได้แก่ ระดับเริ่มต้น ระดับปานกลาง และระดับยาก ผู้เล่นจะต้องตอบคำถามภายในเวลาที่กำหนด ในกรณีที่ตอบคำถามไม่ถึงเกณฑ์ที่วางไว้หรือเกินเวลา ระเบิดเวลาที่ตั้งไว้จะทำการระเบิด และจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ได้ทดลองเล่นแอปพลิเคชันนี้ พบว่า แอปพลิเคชันเกมนี้มีรูปแบบที่สวยงาม เนื้อหาเหมาะสม สร้างความสนุกสนานและความกระตือรือร้นในการเรียน รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาเคมีอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น

เทคโนโลยีเออาร์ (Augmented Reality)

6.1 ความหมายของเออาร์

ธัญญาพร เจียศิริพันธ์ (2558) ให้คำจำกัดของเออาร์ (Augmented Reality) ว่าเป็นเทคโนโลยีที่นำภาพมาซ้อนทับกับวัตถุในสถานที่จริงทำให้เกิดเป็นความจริงเสริมในสภาพแวดล้อมจริง โดยจะดึงข้อมูลสารสนเทศที่ใส่ไว้มาประมวล และแสดงผลบนหน้าจอแบบทันทีผ่านกล้องเว็บแคม ซึ่งผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีได้ในทันที (Real time)

จิราภรณ์ ปกรณ์ (2560) ให้ความหมายของเออาร์ว่า เออาร์เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์รวมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ทำให้สามารถมองเห็นภาพที่มีลักษณะเป็นวัตถุ (Object) แสดงผลในจอภาพกลายเป็นวัตถุ 3 มิติ ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง มีการแสดงผลที่แสดงวัตถุมีการเคลื่อนไหว ดูมีมิติมีความตื่นเต้นเร้าใจ โดยสามารถนำรูปแบบใหม่ของการนำเสนอสินค้าลอยออกมานอกจอคอมพิวเตอร์

Wiedenmaier (2013) ให้ความหมายของเออาร์ว่า เป็นการนำเทคโนโลยีมาผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ด้วยการใช้ระบบซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ

Ayutaya (2020) ให้ความหมายของเออาร์ว่า เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเข้ามาอยู่ในโทรศัพท์มือถือ โดยการผสานโลกแห่งความเป็นจริง และโลกเสมือนเข้าด้วยกัน ใช้กล้องจากโทรศัพท์มือถือหรือกล้อง Webcam เป็นสื่อกลางผสานเข้ากับโปรแกรม (Software) หรือแอปพลิเคชัน (Application) ต่าง ๆ เพื่อเป็นส่วนช่วยในการสื่อสาร สามารถมองเห็นวัตถุต่างๆที่ถูกสร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ หรือโปรแกรมไปปรากฏอยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เทคโนโลยีเออาร์ หรือ Augmented Reality หมายถึง การนำเอาเทคโนโลยีการรวมสภาพแวดล้อมจริงกับวัตถุเสมือนเข้าด้วยกันในเวลาเดียวกัน โดยวัตถุเสมือนที่ว่านั้น อาจจะเป็นภาพ วิดีโอ แสดงผลในจอภาพกลายเป็นวัตถุ 3 มิติ ซึ่งผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีได้ในทันที

6.2 องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเออาร์

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2559) ได้นำเสนอองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเออาร์ไว้ ดังนี้

1. บทบาทของครู เป็นผู้ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน พร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบอย่างเป็นระบบ และเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียนเมื่อมีปัญหาในการเรียน

2. การสอนแบบปกติ ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบ Played เป็นพื้นที่ในการทำกิจกรรม มีบริเวณให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้าความรู้ทั้งเดี่ยวและกลุ่มร่วมอภิปรายกับครูผู้สอน เล่นเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามกระบวนการที่ครูออกแบบไว้

3. การสอนแบบอัตโนมัติ เป็นการให้นักเรียนได้ดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง ศึกษาโดยรับฟังคำอธิบายที่บันทึกไว้ล่วงหน้าตราขั้นตอนสร้างกระบวนการแสวงหาคำตอบ มีการระดมความคิดระหว่างนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในโครงสร้างความรู้ของตนเองและควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการทำซ้ำๆ เพื่อพัฒนานักเรียนอย่างต่อเนื่อง

4. การทดสอบและประเมิน เมื่อนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ในขั้นสุดท้ายควรมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้ และทำการบันทึกผลการประเมินต่างๆ ที่ได้หรือการเก็บข้อมูลจากการสังเกตของผู้สอนและการประเมินตนเองของนักเรียน

6.3 กระบวนการทำงานของเออาร์

จิราภรณ์ ปกรณ์ (2560) ได้สรุปกระบวนการทำงานของเออาร์ ซึ่งหลักการทำงานโดยสามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Marker based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less based AR) หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย Marker กล้องวิดีโอ เว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่นๆส่วนการแสดงผลภาพ เช่น จอภาพจากอุปกรณ์ที่แสดงผลได้ ซอฟต์แวร์ส่วนประมวลผลเพื่อวัตถุแบบสามมิติ

Porter และ Heppelmann (2017) กระบวนการภายในของเออาร์ ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพ เมื่อโทรศัพท์มีการรับรู้การเคลื่อนไหว (Motion Tracking) โดยมีข้อมูลคือ การเคลื่อนไหวของโทรศัพท์ในแนวแกน x, y, z เพื่อให้ซอร์ฟแวร์ประมวลผลภาพเสมือนผ่านการเคลื่อนไหวของโทรศัพท์

2. การกำหนดตำแหน่ง โดยใช้ข้อมูลกายภาพของสภาพพื้นที่จริง (Area learning) ดังนั้นซอร์ฟแวร์จำเป็นต้องเรียนรู้กายภาพของพื้นที่จริง ความลึก (ห่าง) ของพื้นที่ จากการคำนวณค่าเชิง 3 มิติ แบบเมตริกซ์ เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดกล้องที่ภาพจับได้กับพิกัดของ Marker ถึงจะแสดงภาพได้ถูกต้อง

3. กระบวนการสร้างภาพ 3 มิติ เป็นการเพิ่มโมเดล 3 มิติลงไป และแสดงผลบนพิกัดที่ได้จากตำแหน่งที่กำหนดไว้

6.4 วิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เออาร์เพื่อการศึกษา

นวิน ครุธวีร์ และ พรชนก ชโลปกรณ์ (2564) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันโมเดล 3 มิติเพื่อการเรียนรู้อุปกรณ์พื้นฐานห้องปฏิบัติการเคมีด้วยเทคนิคความจริงเสริม ผลวิจัยพบว่า แอปพลิเคชันและคู่มือการใช้งานสามารถทำได้ตามความต้องการของผู้ใช้ แอปพลิเคชันสามารถทำได้ตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ผลประเมินความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก

Tee (2018) ได้พัฒนาเครื่องมือการไทเทรตในรูปแบบเออาร์ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการสำหรับห้องเรียนขนาดใหญ่ที่มีจำนวนผู้เรียนมากเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก ดังนั้น ทางคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับสาธิตการไทเทรตนี้ขึ้นมา ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าชมจากสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ผลการศึกษา พบว่า ช่วยให้ผู้เรียนสามารถชมการสาธิตและทำ

แบบฝึกหัดได้พร้อมกัน มีการแสดงสีที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า pH อย่างถูกต้องและชัดเจน ลดการใช้สารเคมี และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับผลประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องมืออยู่ในระดับมาก

Aw และคนอื่น ๆ (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชัน Nucleophile's Point of View ที่ใช้สร้างโมเลกุลในรูปแบบ 3 มิติ (3D) ผสมผสานกับเทคโนโลยีเสมือนจริงและความเป็นจริงเสริม (VR/AR) เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา วิชา เคมี หัวข้อเคมีอินทรีย์ ที่ผู้ใช้งานสามารถมีปฏิสัมพันธ์ตอบได้ในสภาพแวดล้อมที่ผสานโลกจริงและโลกเสมือน ซึ่งแอปพลิเคชันนี้ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาระดับที่ลึกขึ้น และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการใช้แอปพลิเคชันนี้ในการเรียน

Aristov, Moore, และ Berry (2021) ได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน Sketchfab ซึ่งเป็นการรวบรวมโครงสร้างของสารในรูปแบบ 3 มิติและแอนิเมชันไว้ด้วยกัน สามารถแสดงผลแบบเออาร์ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน วิชา เคมี หัวข้อการเคลื่อนที่ของโมเลกุล ไอโซเมอร์ ทฤษฎีการโคจรของโมเลกุล ไครัลลิตี และพอลิเมอไรเซชัน ภายหลังจากการใช้งาน พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น และสามารถจินตนาการถึงโครงสร้างของสารได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ทางคณะผู้วิจัยได้มีการเสนอให้ใช้โครงสร้าง 3 มิติ แทนโครงสร้าง 2 มิติ สำหรับตำราเรียนออนไลน์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมพร เชื้อพันธ์ (2547) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่างๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการได้รับรู้ การฝึกฝนหรือประสบการณ์ตรงของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

ปราณี กองจินดา (2549) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งจำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ให้คำจำกัดของความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นคุณลักษณะ รวมถึงความรู้ ความสามารถซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือจากประสบการณ์ทั้งปวงที่แต่ละคนได้รับจากการเรียนการสอนที่ผ่านมา ทำให้บุคคลเกิดการ

เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วมีความรู้ และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าไรตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการฝึกฝนหรือประสบการณ์ ทั้งในโรงเรียน บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่างๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความสามารถ หรือความสำเร็จในการเรียนรู้ อันเป็นผลมาจากการจัดการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, น. 96) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วนั้นว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมองด้านต่างๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, น. 59) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบหรือชุดของข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จหรือความสามารถในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้หรือไม่

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

6.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ได้จัดประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher made tests) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) ซึ่งทั้ง 2 ประเภทจะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือ ถามสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภท คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบผู้เรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective tests) ได้แก่ แบบถูก – ผิด (True-false) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple choice)

1.2 แบบอัตนัย (Essay tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted response items) และแบบไม่จำกัดความตอบ หรือ ตอบอย่างเสรี (Extended response items)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย (Objective) มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability)

จากประเภทของแบบทดสอบที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ จำนวน 20 ข้อ ประเภทของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบปรนัย และระบุเหตุผลในการเลือกตอบ

6.4 แบบวัดแนวคิดวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น

Chandrasegaran (2007) ได้ให้ความหมายของแบบวัดแนวคิดวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น (Two-tier Multiple Choice Diagnostic Test) ว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ไว้แนวคิด ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ หรือ วิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ โดยเป็นแบบวัดแนวคิดที่เน้นศึกษาความเข้าใจของผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยใช้ความเข้าใจมากกว่าความจำ

จรรยา ดาสา (2553) ได้กล่าวถึงแบบวัดแนวคิดวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น (Two-tier Multiple Choice Diagnostic Test) เป็นแบบทดสอบวัดแนวคิดของผู้เรียนที่ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถประเมินความรู้ ความเข้าใจ แนวคิดของผู้เรียนได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ สำหรับการพัฒนาข้อสอบวินิจฉัยตัวเลือก 2 ระดับ ในระดับแรกจะมีตัวเลือกประมาณ 2-3 ตัวเลือก เพื่อวัดเกี่ยวกับเนื้อหา สำหรับระดับที่ 2 จะมีตัวเลือกเกี่ยวกับเหตุผลในการเลือกตัวเลือกในระดับแรก โดยจะมีเหตุผลที่ถูกต้องรวมกับเหตุผลที่ระบุแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบจากการสำรวจแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนทั้งจากข้อสอบแบบเลือกตอบ การสัมภาษณ์ เป็นต้น ทั้งนี้จำนวนของตัวเลือกเกี่ยวกับเหตุผลนั้นขึ้นกับจำนวนแนวคิดคลาดเคลื่อนที่ค้นพบ โดยปกติจะมีจำนวนประมาณ 3-5 ตัวเลือก

จากประเภทของแบบทดสอบที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ จำนวน 20 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบประเมิน

แนวคิดของผู้เรียน (Two - tier diagnostic test) ใช้ตัวเลือก 2 ลำดับขั้น แบบปรนัยตัวเลือก 4 ตัวเลือก เพื่อวัดระดับเนื้อหา และการให้เหตุผลเพื่อวัดระดับเหตุผล

6.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของบลูม

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2553) ได้กล่าวถึง การออกแบบข้อสอบแบบปรนัยตามแนวคิดลำดับขั้นของบลูม ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ (knowledge) เป็นการวัดความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว หรือความจำในสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาก่อน ซึ่งเป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับข้องกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดสำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ จดบันทึก และนึกถึงข้อสรุปได้

2. ด้านความเข้าใจ (comprehension) เป็นการวัดความสามารถในการอธิบาย การเข้าใจความหมายของสิ่งนั้น การแปลความ การตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แนะ การจำแนกหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินในการแสดงความเห็น อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้ ลักษณะของข้อสอบจะให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่างๆ ด้วยคำพูดของตัวเองหรือให้ระบุข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นนำมาแปลความหมายซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของการสรุปเป็นข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือแผนภาพ ผังมโนทัศน์ เป็นต้น

3. ด้านการนำไปใช้ (application) เป็นการวัดความสามารถด้านการนำเอาความรู้ความเข้าใจมาประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาในเหตุการณ์จริง หรือสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม การสร้างคำถามในระดับนี้อาจเป็นคำถามที่สอดคล้องระหว่างวิชาและการปฏิบัติ ถามให้อธิบายหลักวิชา การแก้ปัญหา ถามเหตุผล เป็นต้น

4. ด้านการวิเคราะห์ (analysis) เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะหรือแจกแจง รายละเอียดของเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยอาศัยหลักการและกฎเกณฑ์ต่างๆ คำถามระดับการวิเคราะห์ แบ่งออก 3 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้น และการวิเคราะห์หรือวิธีรวบรวมส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านั้น

5. ด้านการประเมินค่า (evaluation) เป็นการวัดความสามารถด้านการสรุปค่า ตีราคา หรือการตัดสินคุณค่าในสิ่งกำหนดความมุ่งหมายได้โดยการใช้เกณฑ์ที่แน่นอน ตัดวินว่าสิ่งนั้นดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสม เพื่อหาจุดประสงค์บางประการ การตัดสินแบ่งออกเป็น 2

ประเภท คือ การตัดสินโดยอาศัยเหตุการณ์ภายในสิ่งนั้นเป็นเกณฑ์และการตัดสินโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอกมาพิจารณา

6. ด้านการคิดสร้างสรรค์ (Creative) เป็นการวัดความสามารถในการรวบรวมและผสมผสานในด้านรายละเอียดหรือเรื่องราวย่อยๆ ของข้อมูล จากนั้นนำมาสร้างเป็นสิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม รวมถึงความสามรถในการออกแบบ (design) สิ่งใหม่ๆด้วย

จากแนวคิดการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งประกอบไปด้วยการวัด 4 ด้าน คือ ความเข้าใจ การนำไปใช้ วิเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์

6.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จันจิรา จุลรังสี และ เฉลิมพร ทองพูน (2558) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง โมล ด้วยวิธีการสอนแบบ Search Solve Create Share (SSCS) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง โมล ด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS ให้มีประสิทธิภาพ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง โมล ด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง โมล ด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.51/81.11 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่อง โมล โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้เรื่อง โมล ด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS อยู่ในระดับมากที่สุด

เจษฎา ราษฎร์นิยม, สุทธิพงศ์ บุญผดุง, และ ธรรศนันต์ อุนนะนันทน์ (2562) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การบ้านออนไลน์ในรายวิชาเคมีอินทรีย์สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนน การบ้านออนไลน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างได้มีการทำการบ้านออนไลน์ในแต่ละบทเรียน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การบ้านออนไลน์ในทุกบทเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนเฉลี่ย

การบ้านออนไลน์กับคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังการจัดการเรียนรู้มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิภาวี ทะนานทอง และ ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต (2561) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะตีมศึกษากับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งใช้สารเคมีในชีวิตประจำวันในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสะตีมศึกษาวิชาพื้นฐานเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

Ang (2020) ได้ศึกษาโดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนการสอนผสมผสานแบบย้อนกลับ (Scaffolded Inverse Blended Learning หรือ SIBL) สำหรับการสอนวิชา เคมีในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ในสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ที่เกิดขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างมีการเรียนออนไลน์ที่บ้าน จากนั้นจะมีการทบทวนความรู้เพิ่มเติมก่อนที่จะเข้าสู่ปฏิบัติการ หรือกิจกรรมต่างๆ ที่จัดขึ้น ผลการวิจัยพบว่า เทคนิคการจัดการเรียนการสอน SIBL ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาในระดับที่สูงขึ้น

ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

7.1 ความหมายความพึงพอใจ

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังนี้

ธีรพงศ์ แก่นอินทร์ (2545) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนว่า เป็นความรู้สึกพึงพอใจต่อการปฏิบัติของนักศึกษาในระหว่างการเรียนการสอน การปฏิบัติของอาจารย์ผู้สอน และสภาพบรรยากาศโดยทั่วไปของการเรียนการสอน

อัมพวา รักบิดา (2549) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้หมายถึง ความรู้สึกที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้หรือความชอบของผู้เรียนที่เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมและได้ผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย รวมทั้งได้รับผลตอบแทนตามความคาดหวังและความต้องการของผู้เรียน

รุสดา จะปะเกีย (2558) ให้ความหมายของความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ว่า เป็นความพึงพอใจของนักเรียนที่เกิดขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้อาจแสดงถึงความรู้สึกในด้านบวก หรือด้านลบ ชอบหรือไม่ชอบ ในการจัดกิจกรรมโดยครอบคลุมในด้านบทบาทของผู้สอน บทบาทของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การวัด การประเมินผล และประโยชน์ที่ได้รับ

จากความหมายของความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ว่าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง อารมณ์ ความรู้สึกที่ดี ความชอบและการให้คุณค่าต่อการจัดการเรียนรู้ที่เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน และสภาพบรรยากาศโดยทั่วไปของการจัดการเรียนรู้ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมได้สำเร็จตามเป้าหมาย รวมถึงการได้รับผลตอบแทนตามความคาดหวังของผู้เรียน ทั้งนี้ความพึงพอใจเกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึก และทัศนคติที่ไม่เหมือนกันซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล

7.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

Maslow (1970) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการ (Hierarchy of Needs Theory) พื้นฐานของทฤษฎีนี้อยู่บนความคิดที่ว่า การตอบสนองแรงขับเป็นหลักการเพียงอันเดียวที่มีความสำคัญที่สุดซึ่งมีเบื้องหลัง คือพฤติกรรมของมนุษย์ มนุษย์มีแนวโน้มที่จะมีความต้องการอันใหม่ที่สูงขึ้นเมื่อความต้องการพื้นฐานได้รับการตอบสนอง มาสโลว์ แบ่งความต้องการพื้นฐานของมนุษย์เป็น 5 ระดับ ด้วยกัน ได้แก่

1. ความต้องการพื้นฐานทางด้านร่างกาย (Physiological Needs) หมายถึง ความต้องการพื้นฐานของร่างกายที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ได้แก่ ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ เสื้อผ้า เป็นต้น โดยมนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานทางด้านร่างกายที่ขาดไม่ได้ ถ้าอยู่ในสภาพที่ขาดร่างกายจะกระตุ้นให้มนุษย์ขวนขวายตามหา เพื่อตอบสนองความต้องการเหล่านี้

2. ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Needs) หมายถึง ความต้องการความมั่นคงปลอดภัยทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจทั้งในสภาวะปัจจุบันและอนาคต

3. ความต้องการความรักและเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะ (Love and belonging Needs) หมายถึง ความต้องการที่จะเป็นที่รักของผู้อื่น ต้องการมีสัมพันธภาพที่ดีกับบุคคลอื่น ต้องการเป็นที่ยอมรับและเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะ

4. ความต้องการที่จะรู้สึกว่าตนเองมีค่า (Esteem Needs) หมายถึง ความปรารถนาที่จะมองตนเองว่ามีคุณค่าสูง เป็นที่น่าเคารพยกย่องจากทั้งตนเองและผู้อื่น ต้องการที่จะให้ผู้อื่นเห็นว่าตนมีความสามารถ มีคุณค่า มีเกียรติ มีตำแหน่งฐานะ และเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น

5. ความต้องการที่จะรู้จักตนเองตามสภาพที่แท้จริง และพัฒนาศักยภาพของตน (Self-Actualization Needs) หมายถึง ความต้องการที่จะรู้จักและเข้าใจตนเองตามสภาพที่แท้จริง เพื่อพัฒนาชีวิตของตนเองให้สมบูรณ์ (Self-fulfillment) ซึ่งกระบวนการที่จะพัฒนาตนเองเต็มที่ตามศักยภาพของตนเองเป็นกระบวนการที่ไม่มีจุดจบ ตลอดเวลาที่มีชีวิตอยู่มนุษย์ทุกคนต้องการที่จะพัฒนาตนเองเต็มที่ตามศักยภาพ

มาส์โลว์ได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ ไว้ดังนี้

1. มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอ และไม่มีที่สิ้นสุด ความต้องการที่ตอบสนองแล้ว ความต้องการอย่างอื่นจะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่เริ่มต้นตั้งแต่เกิดจนกระทั่งตาย

2. ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้ว จะไม่เป็นสิ่งจูงใจของพฤติกรรมนั้นๆอีกต่อไป ความต้องการที่ยังไม่ได้รับการตอบสนองจึงจะเป็นสิ่งจูงใจพฤติกรรมของบุคคล

3. ความต้องการของมนุษย์จะเรียงกันเป็นลำดับขั้นตามความสำคัญ เมื่อความต้องการในระดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้ว มนุษย์จะให้ความสนใจกับความต้องการที่สูงขึ้นไป

7.3 การวัดความพึงพอใจ

อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ (2535) ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจได้หลายวิธี ดังนี้

1. การสังเกต เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นการแสดงออกทางการพูด การแสดงออกทางกิริยาท่าทาง วิธีนี้ผู้สอบถามต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

2. การสัมภาษณ์ เป็นการวัดความพึงพอใจซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สอบถามได้รับข้อ มูลที่เป็นจริงได้

3. การใช้แบบสอบถาม เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะต้องออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นจากบุคคลเป้าหมาย ซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบ ได้แก่ ลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระโดยคำถามดังกล่าวอาจเป็นคำถามความพึงพอใจในด้านต่างๆ เช่น การควบคุมงาน การบริการ และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

สำหรับในงานวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบมาตรประมาณ 5 ระดับ และแบบปลายเปิด โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการใช้แอปพลิเคชัน ด้านการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน และด้านคำแนะนำอื่นๆ และแบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ เป็นแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยแบบกึ่ง

โครงสร้าง (Semi-structured Interviews) แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ การวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการใช้แอปพลิเคชัน การวัดเจตคติของผู้เรียนต่อบทบาทในการเรียนห้องเรียนกลับด้าน และการวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการใช้แอปพลิเคชันในห้องเรียนกลับด้าน

7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ชัยภัทร ศรีขจร (2552) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนำตนเองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสังคมศึกษาและความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนำตนเองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสังคมศึกษาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนำตนเองมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้มากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัสรินทร์ บือซา (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558) ได้พัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน (5E) พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มสูงขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก เนื่องจากผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย ไม่กดดัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความไว้วางใจกล้าคิด กล้าแสดงออก ทำให้นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและกล้าซักถามเมื่อมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจในบทเรียน

Bokosmaty (2019) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ใช้ในการสอน วิชา เคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยนักเรียนทำการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองผ่านเว็บ วิดีโอ และทำแบบทดสอบย่อยก่อนเข้าชั้นเรียน ในชั้นเรียนใช้รูปแบบกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือกระทำ เช่น การแบ่งกลุ่มในการอภิปราย การทำใบงานที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (Guided Inquiry) เป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนทำการประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับมาก

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

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

การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษในจังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน

1.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 10 คาบ และการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พร้อมชี้แจงการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเกม จำนวน 3 คาบ รวมทั้งหมด 13 คาบเรียน ในช่วงเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2564

ตาราง 1 แสดงแผนปฏิบัติการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

สัปดาห์ที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1	- คาบเรียนที่ 1-2 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พร้อมชี้แจงการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเกม - คาบเรียนที่ 3 ความหมายของไอโซเมอร์ ประเภทของไอโซเมอร์	3
2	- คาบเรียนที่ 4-5 ไอโซเมอร์โครงสร้าง (ไอโซเมอร์เชิงสายโซ่คาร์บอน และไอโซเมอร์เชิงตำแหน่งของหมู่ฟังก์ชัน) - คาบเรียนที่ 6 ไอโซเมอร์โครงสร้าง (ไอโซเมอร์เชิงชนิดของหมู่ฟังก์ชัน)	3
3	- คาบเรียนที่ 7-8 สเตอริโอไอโซเมอร์ - คาบเรียนที่ 9 สเตอริโอไอโซเมอร์	3
4	- คาบเรียนที่ 10-11 การประยุกต์ความรู้เรื่อง ไอโซเมอร์ - คาบเรียนที่ 12 การประยุกต์ความรู้เรื่อง ไอโซเมอร์	3
5	- คาบเรียนที่ 13 ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1
	รวม	13

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามเพื่อใช้สอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ นำไปสู่การสร้างแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

3. แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

5. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

6. แบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามเพื่อใช้สอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

แบบสอบถามเพื่อใช้สอบถามผู้เชี่ยวชาญ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปัญหาการเรียนวิชาเคมี สื่อ นวัตกรรม และการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อนำมาสร้างประเด็นสอบถาม 5 ด้าน คือ

1.1 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

1.2 การใช้สื่อนวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

1.3 ความเหมาะสมสำหรับการใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

1.4 เนื้อหาที่เป็นปัญหาในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไอโซเมอร์

1.5 ข้อเสนอแนะ

2. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง

3. นำผลการตรวจสอบมาทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นนำแบบสอบถามที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 ท่าน โดยเครื่องมือที่ใช้ประเมิน คือ แบบสอบถามเพื่อศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไอโซเมอร์ ที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ระหว่างระดับ 1-5 ดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง มากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง มาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง น้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง น้อยที่สุด

การแปลความหมาย ใช้ค่าเฉลี่ยคะแนน โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง มาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง น้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

4. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ จากการนำแบบสอบถามไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 ท่าน ตรวจพิจารณาทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) พบว่า

4.1 ด้านสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ผู้เรียนขาดแรงจูงใจ, ความกระตือรือร้นในการเรียน, ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น, ขาดพื้นฐานความรู้ทางด้านเคมี ขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และจำนวนผู้เรียนต่อห้องเรียนมีมากเกินไป มีค่าเฉลี่ย 4.40 – 4.54 แสดงว่า ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ คือ ผู้เรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน ขาดพื้นฐานความรู้ทางด้านเคมี ขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จากปีการศึกษาที่ผ่านมาจำนวนผู้เรียนที่มีมากเกินไปทำให้ผู้สอนดูแลผู้เรียน และให้ความสนใจแก่ผู้เรียนเป็นรายคนได้น้อยลง

4.2 ด้านการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน พบว่า ขาดเทคนิควิธีการสอนที่เหมาะสม ทันสมัย ขาดสื่อนวัตกรรมที่ใช้ในการสอน ขาดงบประมาณในการจัดซื้อสื่อการสอน เนื้อหาวิชาเคมีมีความซับซ้อน และเวลาในชั้นเรียนมีจำกัด มีค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 แสดงว่า ผู้สอนขาดเทคนิคการสอนที่เหมาะสม ขาดการสนับสนุนสื่อนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และเนื้อหาวิชาเคมีที่มีความเป็นนามธรรมมากกว่ารูปธรรมทำให้การสอนวิชาเคมีไม่เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร

2.2 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) และคู่มือครูวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ไอโซเมอร์ จากหนังสือและเอกสารต่าง ๆ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาเรื่อง ไอโซเมอร์ และกำหนดกรอบสาระการเรียนรู้และจำนวนคาบของการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดให้แผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 4 แผน ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงจำนวนคาบของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	จำนวนคาบ
1	ความหมาย และประเภทของไอโซเมอร์	1
2	ไอโซเมอร์โครงสร้าง	3
3	สเตอริโอไอโซเมอร์	3
4	การประยุกต์ความรู้ไอโซเมอร์	3

1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบดังนี้

1.4.1 มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

1.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.3 สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

1.4.4 สาระการเรียนรู้

1.4.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.4.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.4.7 ทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (3R 7C)

1.4.8 การบูรณาการตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

1.4.9 กิจกรรมการเรียนรู้

1.4.10 ชิ้นงาน / ภาระงาน

1.4.11 การวัดประเมินผล

1.4.12 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

1.5 ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว พบว่า ห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเรียนที่บ้านจากแอปพลิเคชัน หรือไฟล์วิดีโอที่ผู้สอนอัปโหลดในชั้นเรียนออนไลน์ แล้วนำงานหรือการบ้านที่ได้รับมอบหมายมาทำที่ห้องเรียน มีกิจกรรมที่ใช้แอปพลิเคชัน กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activity) ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกความเข้าใจ คิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาแล้วนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน โดยมีผู้สอนคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 4 แผน ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองด้วยจากแอปพลิเคชัน หรือไฟล์วิดีโอที่ครูอัปโหลดผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ (นอกชั้นเรียน) ขั้นตอนที่ 2 ผู้เรียนบันทึกการเรียนรู้ และทำแบบทดสอบออนไลน์ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จากนั้นตั้งคำถามในกระดานสนทนาผ่านระบบ Google Classroom หรือสืบค้นในหัวข้อที่ผู้สอนมอบหมาย (นอกชั้นเรียน) ขั้นตอนที่ 3 ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม โดยคละความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับเก่ง กลาง อ่อน ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันถาม-ตอบข้อสงสัยที่เกิดขึ้นจากการเรียนนอกห้องเรียน จากนั้นแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละหัวข้อในแอปพลิเคชัน เรื่อง ไอโซเมอร์ และทำกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดให้ เมื่อจบการทำกิจกรรมผู้เรียนทำใบกิจกรรม (ในชั้นเรียน) และขั้นตอนที่ 4 ผู้เรียนนำเสนอผลงานในชั้นเรียน ผู้เรียนและผู้สอนมีส่วนร่วมในการประเมินผลในช่วงท้ายคาบผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมและอภิปรายผลร่วมกัน (ในชั้นเรียน) จากนั้นผู้เรียนนำผลงานไปนำเสนอไว้ในระบบชั้นเรียนออนไลน์ โดยที่สมาชิกกลุ่มอื่น ๆ สามารถเข้ามาแสดงความคิดเห็นได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนการสอน (สัปดาห์ที่ 1)

เป็นการเตรียมความพร้อมของสถานที่ และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน การชี้แจงการเข้าร่วมการเก็บข้อมูลของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

การทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเริ่มกิจกรรมในชั้นเรียน คือ การแบ่งกลุ่มของผู้เรียน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. การชี้แจงการเข้าร่วมการเก็บข้อมูลของผู้เรียน

2. ผู้เรียนนลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยคณะอนุกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

3. อธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน

4. ครูสาธิตกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์

5. ผู้สอนแนะนำวิธีการใช้เครื่องมือในระบบชั้นเรียนออนไลน์

6. ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. แบ่งกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 5-6 คน คละความสามารถเก่ง กลาง อ่อน โดยแบ่งกลุ่มตามคะแนนความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน) แต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม

ระยะที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอน (แผนการเรียนรู้ที่ 1-4)

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมีผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Google Classroom ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ใช้ระยะเวลาในการเรียนทั้งหมด 4 สัปดาห์ ในแต่ละสัปดาห์ผู้เรียนต้องดำเนินกิจกรรมให้ครบทั้ง 4 ขั้นตอนเมื่อสิ้นสุดการเรียนในแต่ละสัปดาห์เนื้อหาในการเรียนจะเปลี่ยนเนื้อหาใหม่ไปจนครบ 4 สัปดาห์

ระยะที่ 3 การวัดและการประเมินผล (สัปดาห์ที่ 5)

การใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีการวัดประเมินผล ดังนี้

1. ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. แบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

3. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

1. ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ด้านความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง ไอโซเมอร์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมีอินทรีย์ 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง ไอโซเมอร์ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 3 ระดับ คือ เที่ยงตรง ไม่แน่ใจว่าเที่ยงตรง และไม่เที่ยงตรง เพื่อการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง ไอโซเมอร์ และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนนดังนี้

ให้ +1 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าเที่ยงตรง

ให้ 0 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าไม่แน่ใจว่าเที่ยงตรง

ให้ -1 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าไม่เที่ยงตร

โดยสามารถหาค่าความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง ไอโซเมอร์ คำนวณจากค่าดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งคำนวนจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, น. 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจพิจารณา พบว่าผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.82- 0.86 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง ไอโซเมอร์ มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ที่ผ่านการแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

2.3 แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมีผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Google Classroom ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเกม ขั้นตอนในการสร้างแอปพลิเคชันมีดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแอปพลิเคชันเกม

2. กำหนดรูปแบบของแอปพลิเคชันเกมจากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบ ด้านการจัดการเรียนการสอน และด้านเนื้อหา

3. เขียนแผนโครงเรื่อง (Storyboard) ในส่วนของการออกแบบการนำเสนอ เนื้อหาตลอดจนองค์ประกอบภาพตามทฤษฎี และงานวิจัยที่ได้ค้นคว้าตามรูปแบบที่ได้ โดยทำการศึกษาวิธีการเขียนแผนโครงเรื่องและนำข้อมูลมาจัดทำ Storyboard เสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง หลังจากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา หัวข้อที่ 1 เรื่อง ความหมายของไอโซเมอร์ และประเภทของไอโซเมอร์ หัวข้อที่ 2 ไอโซเมอร์โครงสร้าง หัวข้อที่ 3 สเตอริโอไอโซเมอร์ และหัวข้อที่ 4 ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับไอโซเมอร์

4. ดำเนินการสร้างแอปพลิเคชันเกมด้วยโปรแกรม Laravel framework, PHP และ HTML5 languages สร้างระบบล็อกอินด้วย PHP and MySQL ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักสำหรับสร้างเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถสร้างแอปพลิเคชันที่สามารถใช้บนอุปกรณ์มือถือระบบ Android และ IOS โปรแกรม Vectary ใช้สร้างแบบจำลองโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบ 3 มิติ และเออาร์ โปรแกรม ChemDraw ใช้สร้างโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ และใช้โปรแกรม Flash, Adobe Photoshop, Canva เพื่อใช้ในการตกแต่งภาพเพื่อให้แอปพลิเคชันเกม มีความสมบูรณ์ และน่าสนใจยิ่งขึ้น สำหรับแอปพลิเคชันนี้จะแบ่งออกเป็นเมนูเกม (Play) เมนูศึกษาความรู้ด้วยตนเอง (Practices) เมนูตั้งค่า (Setting) และเมนูข้อมูลส่วนตัว (My profile)

5. นำแอปพลิเคชันเกมที่ได้สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพแอปพลิเคชันจำนวน 3 ท่าน ประเมิน 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน และด้านเนื้อหา โดยใช้แบบประเมินคุณภาพตามแบบประเมินมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้ (พรทิพย์ วงศ์สินอุดม, 2558, น. 129-132)

ระดับ 5 หมายถึง แอปพลิเคชันมีคุณภาพดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง แอปพลิเคชันมีคุณภาพดี

ระดับ 3 หมายถึง แอปพลิเคชันมีคุณภาพปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง แอปพลิเคชันมีคุณภาพพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง แอปพลิเคชันมีคุณภาพปรับปรุง

การแปลความหมาย ใช้ค่าเฉลี่ยคะแนน โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง มาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง น้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

โดยประเด็นการถามในแบบประเมิน คือ

5.1 ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน

1. ด้านเนื้อหาบทเรียน

ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์

ความชัดเจนของบทเรียน

เวลาในการนำเสนอบทเรียน

ความสำคัญและทันสมัยของเนื้อหาบทเรียน

2. ด้านส่วนประกอบของมัลติมีเดีย

หน้าจอมีสัดส่วนที่เหมาะสมสวยงาม และง่ายต่อการใช้

ภาพมีความชัดเจนสอดคล้องกับเนื้อหา และมีความสวยงาม

คุณภาพการใช้เสียงและดนตรีประกอบมีความเหมาะสมชัดเจน น่าสนใจ

3. ด้านตัวอักษรและสี

ลักษณะของสี และขนาดตัวอักษร มีความชัดเจนอ่านง่าย

ความชัดเจนของตัวอักษรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

4. การออกแบบปฏิสัมพันธ์

การโต้ตอบผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ

การควบคุมเส้นทางการเรียนของบทเรียน (Navigation) ชัดเจนถูกต้องตามหลักเกณฑ์ และสามารถย้อนกลับไปยังบทเรียนหรือไปยังคำถามได้ง่าย

การให้ความช่วยเหลือเหมาะสมตามความจำเป็น

การให้ผลย้อนกลับเสริมแรง

5.2 ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน

1. ด้านส่วนนำของบทเรียน

การแนะนำของบทเรียนเพื่อให้ข้อมูลพื้นฐานแก่ผู้เรียน

ความชัดเจนในการดำเนินเรื่อง

2. ด้านเนื้อหาบทเรียน

ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์

กลยุทธในการถ่ายทอดเนื้อหามีความน่าสนใจ

ความชัดเจนของบทเรียน

เวลาในการนำเสนอบทเรียน

ความสำคัญและทันสมัยของเนื้อหาบทเรียน

3. ด้านส่วนประกอบของมัลติมีเดีย

หน้าจอมีสัดส่วนที่เหมาะสมสวยงาม และง่ายต่อการใช้

เสียง และดนตรีประกอบบทเรียนมีความเหมาะสมชัดเจน น่าสนใจ

ลักษณะของสี และขนาดตัวอักษร มีความชัดเจนอ่านง่าย

ตัวอักษรชัดเจนเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

5.3 ด้านเนื้อหา

1. ด้านเนื้อหาวิชา

จุดประสงค์กับเนื้อหาวิชามีความสอดคล้องกัน

มีความถูกต้องตามหลักสูตร

ความถูกต้องของเนื้อหา

สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการนำเสนอ

ปริมาณความเหมาะสมของเนื้อหาแต่ละบทเรียน

ความยากง่ายเหมาะสมต่อผู้เรียน

2. ด้านความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหา

มีการลำดับขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจน

ความชัดเจนของเนื้อหา

การเรียงลำดับของเนื้อหามีความเหมาะสม

3. ด้านการใช้ภาษา

ความถูกต้องของภาษาที่ใช้

ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย

ใช้ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

4. ด้านแบบทดสอบรูปแบบเกม

ความชัดเจนของคำสั่งและคำถามของแบบทดสอบ

ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

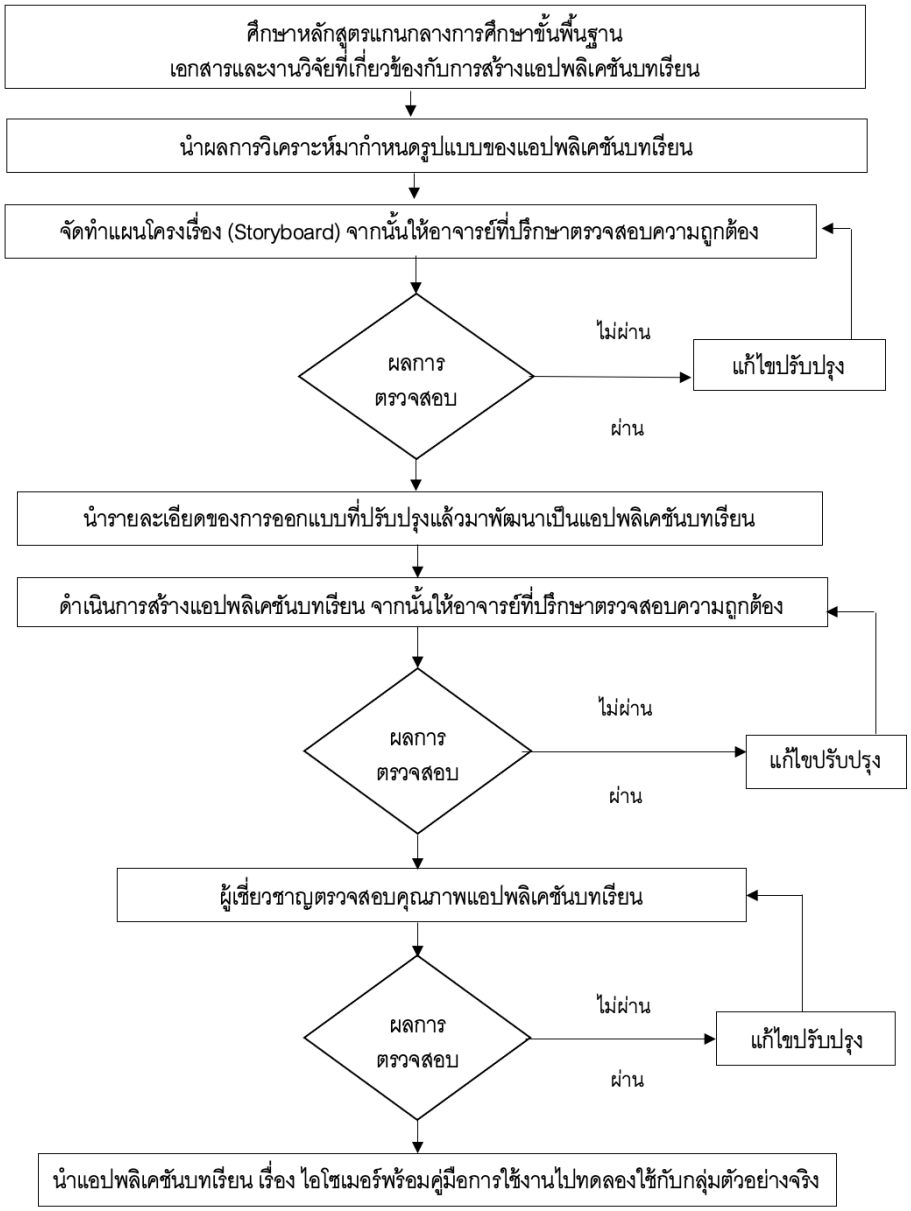
ความเหมาะสมของจำนวนแบบทดสอบต่อบทเรียน

ความเหมาะสมของแบบทดสอบที่นำมาทำรูปแบบเกม

สามารถเลือกระดับความยากง่ายของคำถามให้เหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน

ความถูกต้องของการสรุปผลคะแนน

6. นำแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ที่ผ่านการประเมินคุณภาพและปรับปรุงแล้วไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง พร้อมคู่มือการใช้งานแอปพลิเคชันเกม



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์

2.4 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล วิธีสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ศึกษาตัวชี้วัดของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากหลักสูตรคู่มือครู และเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ จากนั้นสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบประเมินแนวคิดของผู้เรียน (Two - tier diagnostic test) ใช้ตัวเลือก 2 ลำดับขั้น แบ่งเป็นแบบปรนัยมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก เพื่อวัดระดับเนื้อหา และการให้เหตุผลในการเลือกตัวเลือกในระดับแรก ในส่วนของตัวเลือกแบบปรนัยจะมีตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน และส่วนของการให้เหตุผลมีการให้คะแนนตั้งแต่ 0-3 คะแนน ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ตั้งไว้ โดยสร้างแบบทดสอบให้ตรงตามผลการเรียนรู้และครอบคลุมสาระการเรียนรู้

วิธีการกำหนดคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การหาคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมีอินทรีย์ 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 3 ระดับ คือ เที่ยงตรง ไม่แน่ใจ และไม่เที่ยงตรง เพื่อปรับปรุงแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

ให้ +1 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรง

ให้ 0 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรง

ให้ -1 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าข้อสอบไม่มีความเที่ยงตรง

ผู้วิจัยพบว่า ผลการประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่า 0.33-1.00 โดยปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในข้อที่ได้คะแนนไม่ถึง 0.50 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

2. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่คัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหานี้มาแล้วที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน

3. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจสอบคะแนนเรียบร้อยแล้ว หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50% คำนวณจากสูตร (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2545, น. 141) โดยนำผลมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และหาค่าความยาก (p) ซึ่งจะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80

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

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

P_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33-0.77 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไปไว้จำนวน 20 ข้อ ซึ่งในการคัดเลือกข้อสอบผู้วิจัยได้คำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

4. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, น. 123)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ $= \frac{R}{N}$

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ $= 1 - q$

s_t^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

จากการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

2.5 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ เป็นแบบสอบถามแบบมาตรประมาณ 5 ระดับ และแบบปลายเปิด มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. กำหนดประเด็นคำถามเพื่อพัฒนาแบบสอบถาม โดยเป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) และแบบปลายเปิด สร้างข้อคำถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ (พรทิพย์ วงศ์สินอุดม, 2558, น. 145-147) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

การแปลความหมาย ใช้ค่าเฉลี่ยคะแนน โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง มาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง น้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

3. ศึกษาทฤษฎีวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากตำราและเอกสารต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามพึงพอใจ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการใช้แอปพลิเคชัน ด้านการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ด้านคำแนะนำอื่นๆ โดยมีเกณฑ์การสร้างดังนี้

3.1 ด้านการใช้แอปพลิเคชัน

3.1.1 ด้านคำแนะนำการใช้งานแอปพลิเคชัน

- คำแนะนำมีลำดับขั้นตอนชัดเจน
- คำแนะนำในการใช้แอปพลิเคชันเข้าใจง่าย

3.1.2 ด้านเนื้อหา/บทเรียน

- ภาษาที่ใช้ในบทเรียนเข้าใจง่าย
- เนื้อหาวิชาเข้าใจง่าย
- ปริมาณเนื้อหาในแต่ละบทเรียนมีความเหมาะสม
- ผู้เรียนสามารถอ่านทำความเข้าใจเนื้อหา และทำแบบฝึกหัดได้ด้วยตนเอง
- สามารถเลือกเรียนในหัวข้อต่างๆ ได้ตามที่ต้องการ

3.1.3 ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน

- สี และรูปแบบของตัวอักษรอ่านง่ายชัดเจน
- ภาพประกอบสวยงามเข้าใจง่าย
- เสียงประกอบชัดเจน

3.1.4 ด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน

- มีขั้นตอนใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน
- รู้สึกมีความกระตือรือร้น สนุกสนานในการเรียน
- รู้สึกมีความท้าทายในการเรียน
- แอปพลิเคชันบทเรียนช่วยให้นักเรียนสนใจเรียนวิชา เคมี มากยิ่งขึ้น
- แอปพลิเคชันบทเรียนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้น
- แอปพลิเคชันบทเรียนช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการตอบคำถามเรื่อง ไอโซเมอร์มากขึ้น

3.2 ด้านการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

3.2.1 ด้านกระบวนการและขั้นตอนการสอน

- มีการชี้แจงขั้นตอนการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน
- มีการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนที่กำหนด
- มีการเตรียมการสอนในแต่ละครั้งเป็นอย่างดี
- ขั้นตอนการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน
- ขั้นตอนการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพของตน

3.2.2 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

- กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
- แอปพลิเคชันเหมาะสมกับการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน
- กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดและตัดสินใจ
- กิจกรรมการเรียนรู้ตอบสนองความต้องการ และความแตกต่างของผู้เรียน
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในห้องเรียน
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสอบถาม สามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอนได้
- สื่อการสอนมีคุณภาพและเพียงพอต่อความต้องการ

3.3 ข้อเสนอแนะ

4. นำแบบสอบถามไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความครอบคลุมของคำถามและความเหมาะสมของภาษา จากนั้นจึงนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำ

5. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้การประเมิน ความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้

+1 แน่ใจว่าแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา

0 ไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามสอดคล้องกับเนื้อหา

-1 แน่ใจว่าแบบสอบถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

6. คัดเลือกแบบสอบถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .05 ขึ้นไป และปรับปรุงเพื่อนำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.6 แบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

แบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ซึ่งปรับปรุงมาจากแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (The Technology Acceptance Model - TAM) (Davis, 1989, 982 - 1003) เป็นแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interviews) แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ การวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการใช้แอปพลิเคชัน การวัดเจตคติของผู้เรียนต่อบทบาทในการเรียนห้องเรียนกลับด้าน และการวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการใช้แอปพลิเคชันในห้องเรียนกลับด้าน สำหรับขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interviews)

2. กำหนดจุดประสงค์ที่เหมาะสมกับการวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ที่ต้องการประเมินเป็น 4 ด้าน ได้แก่

2.1 ด้านเจตคติของผู้เรียนต่อการใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์

2.2 ด้านการวัดเจตคติของผู้เรียนต่อบทบาทในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2.3 ด้านการวัดเจตคติของผู้เรียนต่อการใช้แอปพลิเคชันเกมในห้องเรียนกลับด้าน

2.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3. นำแบบสัมภาษณ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความครอบคลุมของคำถาม และความเหมาะสมของภาษา จากนั้นจึงนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำ

4. นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้การประเมิน ความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้

+1 แน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

0 ไม่แน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์สอดคล้องกับเนื้อหา

1 แน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

5. คัดเลือกแบบสัมภาษณ์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .05 ขึ้นไป มาปรับปรุง และนำแบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาประสิทธิผลของการใช้แอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ครั้งนี้เป็นการทดลองตามแบบแผนการทดลอง แบบ One Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังนี้

ตาราง 3 แสดงแบบแผนการทดลอง

สอบก่อนเรียน	การทดลอง	สอบหลังเรียน
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

T_1 แทน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง

T_2 แทน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเกม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 แบบสอบถามเพื่อใช้สอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ นำไปสู่การสร้างแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

4.2 การศึกษาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชา เคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมีอินทรีย์ 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน

4.2.1 ประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

4.2.2 ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

4.3 แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพแอปพลิเคชัน 3 ท่าน

4.3.1 ประเมินด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน

4.3.2 ประเมินด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน

4.3.3 ประเมินด้านเนื้อหา

4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยนำคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 30 คน

4.4.2 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4.3 ดำเนินการสอนตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ระยะเวลาในการสอน จำนวน 12 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

4.4.4 เมื่อสิ้นสุดตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยนำคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิธีสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

4.6 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) และการทดสอบรายคู่ โดยวิธี LSD

4.7 ประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) จากการใช้แอปพลิเคชัน โดยใช้วิธีการ Normalized Gain

4.8 วิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ประเมินโดยนักเรียน เป็นแบบสอบถามแบบมาตรประมาณ 5 ระดับ และแบบปลายเปิด

4.9 วิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่เรียนจากการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยวิเคราะห์คำตอบจากการสัมภาษณ์ขอ'นักเรียนแล้วนำข้อมูลที่ได้มาสรุปจัดหมวดหมู่ และนำเสนอในลักษณะพรรณนา

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการดังนี้

5.1 การวิเคราะห์สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยใช้แบบสอบถามเพื่อใช้สอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1.1 หาค่าร้อยละจากสูตร (นิภา เมธาวีชัย, 2542, น. 128)

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

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

n แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

5.1.2 หาค่าเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ และ องอาจ นัยพัฒน์, 2553, น. 33)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ และ องอาจ นัยพัฒน์, 2553, น. 60)

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

เมื่อ S แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\boldsymbol{n}$ แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum \boldsymbol{X}$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

5.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

5.2.1 หาค่าเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ และ องอาจ นัยพัฒน์, 2553, น. 33)

$$\overline{\boldsymbol{X}} = \frac{\sum \boldsymbol{X}}{\boldsymbol{n}}$$

เมื่อ $\boldsymbol{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum \boldsymbol{X}$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\boldsymbol{n}$ แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.2.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ และ องอาจ นัยพัฒน์, 2553, น. 60)

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

เมื่อ S แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

5.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยนำคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าทีจากสูตร t-test Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, น. 165-167)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D\,2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad ; \text{ df = n-1}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที t-distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชันเกม

$\sum_D 2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชันเกมแต่ละตัวยกกำลังสอง

n แทน จำนวนคู่ของคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.4 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One –Way Analysis of Variance) ทดสอบความแตกต่างโดยใช้สูตร (ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, 2546, น. 180)

$$F = \frac{MS_b}{MS_w}$$

เมื่อ F แทน ค่าแจกแจงของ F

MS_b แทน ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

MS_w แทน ความแปรปรวนภายในกลุ่ม

การเปรียบเทียบพหุคูณ เมื่อพบว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้วิธีการ Least Significant Difference (LSD) ใช้สูตร (ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, 2546, น. 180)

$$LSD = t_{\alpha,v}\sqrt{MS_w(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j})}$$

เมื่อ $t_{\alpha,v}$ แทน ค่าสถิติ t จากตาราง t ที่ v = N-K

MS_w แทน ค่าสถิติ Mean square ภายในกลุ่ม

n_i, n_j แทน จำนวนในกลุ่มตัวอย่าง i , j

5.5 ประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) จากการใช้แอปพลิเคชัน โดยใช้วิธีการ Average Normalized Gain (Hake, 1998, PP.64–74) ใช้สูตร

$$< g > = \frac{(\%\ post-test) - (\%\ pre-test)}{(100\ \%) - (\%\ pre-test)}$$

เมื่อ % Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนในแอปพลิเคชันเป็นเปอร์เซ็นต์

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนในแอปพลิเคชันเป็นเปอร์เซ็นต์

ด้วยการประเมินทำให้สามารถแบ่งระดับของค่า Normalized Gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็น 3 ระดับ คือ High gain เป็นกลุ่มเรียนที่ได้ค่า <g> $\geq$ 0.7 Medium gain เป็นกลุ่มเรียนที่ได้ค่า $0.3 \leq$ <g> <0.7 และ Low gain เป็นกลุ่มเรียนที่ได้ค่า <g> < 0.3

5.6 วิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.7 วิเคราะห์เจตคติของผู้เรียนที่เรียนจากการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยวิเคราะห์คำตอบจากการสัมภาษณ์ของผู้เรียนแล้วนำข้อมูลที่ได้มาสรุปจัดหมวดหมู่ และนำเสนอในลักษณะพรรณนา

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปรผลข้อมูล ผู้วิจัยเสนอสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

สมมติฐานข้อ 1 แอปพลิเคชันเกมเรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ และตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้

สมมติฐานข้อ 2 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สมมติฐานข้อ 3 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชา เคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สมมติฐานข้อ 1 การพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ และตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้

ตอนที่ 1 การพัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) เรื่อง ไอโซเมอร์

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) โดยเริ่มจากการสัมภาษณ์ผู้สอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศไทย จำนวน 40 ท่าน พบว่า ผู้สอนส่วนใหญ่ยังขาดการใช้สื่อและนวัตกรรมการเรียนการสอนดังแสดงได้จากตาราง 4 โดยสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบโครงสร้าง 2 มิติ ซึ่งยากต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากเนื้อหาในหัวข้อเคมีอินทรีย์ มีลักษณะของเนื้อหาที่เข้าใจยาก และเป็นนามธรรม

ตาราง 4 ผลการสัมภาษณ์ผู้สอนวิชาเคมี สำหรับการใช้เทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอน

ประเภทของเทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอน	ร้อยละ (%)
วิดีโอ	12

ตาราง 4 (ต่อ)

ประเภทของเทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอน	ร้อยละ (%)
ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ (Microsoft PowerPoint)	31
หนังสือ และใบงาน	42
แอปพลิเคชันมือถือ	8
อีเลิร์นนิง (e-learning)	4
เกมดิจิทัล (Digital game-based learning)	3

จากผลการสัมภาษณ์ผู้สอนวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศไทย สำหรับการใช้เทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอน เรื่อง ไอโซเมอร์ จะเห็นได้ว่า ผู้สอนวิชาเคมีส่วนใหญ่ใช้สื่อการเรียนการสอน คือ หนังสือ และใบงาน ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ (Microsoft PowerPoint) และวิดีโอประกอบการสอน และมีส่วนน้อยที่ใช้แอปพลิเคชันมือถือ อีเลิร์นนิง (e-learning) และเกมดิจิทัลประกอบการสอน ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) ขึ้นมา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน แอปพลิเคชันนี้เป็นการรวมหลายคุณสมบัติเข้าด้วยกัน ได้แก่ โครงสร้างของสารในรูปแบบ 3 มิติ และเออาร์ เกมดิจิทัล เข้ากับรูปแบบของกิจกรรม ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนเพิ่มมากขึ้น โดยมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) กับเทคโนโลยีสื่อการสอนประเภทต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบนวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอน

ประเภทของเทคโนโลยี และสื่อการเรียนการสอน	หนังสือ และ ใบงาน	ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์	วิดีโอ	แอปพลิเคชัน เกม ISOCHEM
รูปแบบ 2D/3D	2D	2D/3D	2D/3D	2D/3D
เออาร์ (AR)	-	-	-	+
เชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมจริง	-	-	-	+
แอนิเมชัน	-	+	+	+

ตาราง 5 (ต่อ)

ประเภทของเทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอน	หนังสือและใบงาน	ไมโครซอฟท์พาวเวอร์พอยต์	วิดีโอ	แอปพลิเคชันเกม ISOCHEM
เกม	-	0	-	+
เสียง	-	+	+	+
การเรียนรู้ด้วยตนเอง	0	0	0	+
ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียน	-	0	0	+
ยืดหยุ่น สามารถเลือกเรียนตามความสนใจ	-	0	-	+
แบบทดสอบย่อยและระบบติดตามความก้าวหน้า	0	+	-	+
ระบบล็อกอิน	-	+	-	+
การเข้าถึงของอุปกรณ์	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย

หมายเหตุ สัญลักษณ์ + หมายถึง มีส่วนประกอบของเทคโนโลยี ; 0 หมายถึง มีส่วนประกอบของเทคโนโลยีบางส่วน ; - หมายถึง ไม่มีส่วนประกอบของเทคโนโลยี

ทางผู้วิจัยได้ทำการเขียนแผนโครงเรื่อง (Storyboard) ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นนำแบบร่างของแอปพลิเคชันไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน และด้านเนื้อหา ตรวจสอบแบบร่างแอปพลิเคชันเกม โดยมีคำแนะนำที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำให้แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้และตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ดังนี้

ประเด็นที่ 1 การนำเทคโนโลยีเออาร์มาใช้ในการพัฒนาเป็นสื่อการเรียนการสอนนั้น ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมีความเห็นว่า เหมาะสม แต่ฉากหลังของโครงสร้างเออาร์ควรตัดออก

เนื่องจากการแสดงโครงสร้างของสารจะไม่ชัดเจนเมื่อไปปรากฏบนสภาพแวดล้อมจริง และการหมุนโครงสร้างของสารจะทำให้ฉากมีการเคลื่อนที่ไปด้วย รวมทั้งควรตรวจสอบโครงสร้างเออาร์ มุมพันธะ ความยาวพันธะ ขนาดและสีของธาตุให้ถูกต้องตามทฤษฎี

ประเด็นที่ 2 การนำกลไกของเกมมาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าเหมาะสมเป็นสิ่งที่ช่วยในการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่สนุกสนาน ในส่วนของการให้รางวัลในเกมถือเป็นสิ่งที่สำคัญ ผู้เรียนจะได้รับเมื่อประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า เหมาะสม มีการให้คะแนนตามความยากง่ายในแต่ละด่าน แต่ควรเพิ่มรางวัลพิเศษ อาจจะเป็นการเพิ่มไอเทมพิเศษเมื่อผู้เรียนได้คะแนนและแก้ปัญหาในแต่ละด่านตามเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้กระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และควรให้ผู้เรียนเล่นซ้ำได้ เนื่องจากทำให้ผู้เรียนอยากกลับไปเล่นซ้ำอีกรอบเพื่อทำคะแนนให้ได้มากที่สุด และผู้สอนสามารถเห็นพัฒนาการของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน

ประเด็นที่ 3 ระบบติดตามความก้าวหน้าในการเรียน การบันทึกข้อมูลวันเวลา คะแนนในการเล่นเกม ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าเป็นสิ่งที่เหมาะสมแล้ว แต่ควรเพิ่มการจัดอันดับในกระดานผู้นำ (Leaderboards) ทำให้เกิดความท้าทายที่ช่วยให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้า สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนแข่งขันกันทำคะแนนสูง

ประเด็นที่ 4 เวลาเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดแรงผลักดันในการทำกิจกรรมหรือการดำเนินการที่เป็นตัวจับเวลาอาจทำให้ผู้เล่นเกิดความเครียดและความกดดัน ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าการให้เวลาเหมาะสมในด่านที่ 1, 3 และ 4 เหมาะกับความยากง่ายของเนื้อหา แต่ควรเพิ่มเวลาในด่านที่ 2 ซึ่งเป็นกิจกรรมการต่อโครงสร้างไอโซเมอร์ของสารประกอบอินทรีย์ 15-20 นาที เนื่องจากบางสารมีจำนวนไอโซเมอร์ที่ค่อนข้างเยอะ

จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบร่างของแอปพลิเคชันที่ผ่านการแก้ไขแล้วตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาดำเนินการสร้างแอปพลิเคชันเกม สำหรับแอปพลิเคชันนี้จะแบ่งออก 4 เมนูหลัก ได้แก่ เมนูเกม (Play) เมนูศึกษาความรู้ด้วยตนเอง (Practices) เมนูตั้งค่า (Setting) และเมนูข้อมูลส่วนตัว (My profile) ผู้วิจัยได้นำแอปพลิเคชันที่ได้สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพแอปพลิเคชันเกมจำนวน 3 ท่าน ประเมิน 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน และด้านเนื้อหา สำหรับผลการประเมินประสิทธิภาพแสดงผลดังตารางที่ 6

ตาราง 6 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน

ด้านที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ยของแต่ละด้าน
ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน	4.54
ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน	4.57
ด้านเนื้อหา	4.37
ค่าเฉลี่ยรวม	4.49

จากผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ พบว่า ด้านการออกแบบ มีคุณภาพดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน มีคุณภาพดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และด้านเนื้อหา มีคุณภาพดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ค่าเฉลี่ยรวมของคุณภาพแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ มีคุณภาพดี เท่ากับ 4.49 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค) ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับปรุงความทันสมัยของเนื้อหาบทเรียน การใช้เวลาในการนำเสนอบทเรียน การตอบโต้ผู้เรียน ความชัดเจนของเนื้อหา ปริมาณของเนื้อหา การใช้ภาษา การเลือกระดับความยากง่ายของคำถาม การวางเงื่อนไขของเกม และโครงสร้าง 3 มิติของสารประกอบอินทรีย์ หลังจากปรับปรุงแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ เป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง พร้อมคู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน

ตอนที่ 2 การนำแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) เรื่อง ไอโซเมอร์ ไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

จากการทดลองนำแอปพลิเคชันไอโซเคม (ISOCHEM) เรื่อง ไอโซเมอร์ ไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี ประกอบด้วย 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนการสอน และระยะที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอน โดยขั้นตอนการเรียนการสอนในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนการสอน

1) ปฐมนิเทศ เป็นการชี้แจงการเข้าร่วมการเก็บข้อมูลของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน การทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน การใช้งานแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) วิธีการใช้เครื่องมือในระบบชั้นเรียนออนไลน์ รวมถึงบทบาทของ

ผู้สอนและผู้เรียนในแต่ละขั้นของการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมตัวล่วงหน้า และมีความพร้อมในการเรียน

2) ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 5 คน คละความสามารถเก่ง กลาง อ่อน โดยแบ่งกลุ่มตามคะแนนความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน) แต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม

ระยะที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอน

การเรียนนอกชั้นเรียน แบ่งเป็น ขั้นตอน 2 ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ผู้สอนชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ กฎกติกาในการเรียน แล้วให้ผู้เรียนศึกษาวิดีโอ ใบความรู้ แอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) และสื่อนำเสนอ (PowerPoint) ล่วงหน้าจากที่บ้าน

ขั้นตอนที่ 2 ผู้เรียนบันทึกการเรียนรู้ ตั้งคำถาม แสดงความคิดเห็นในกระดานสนทนา Google classroom ผู้สอนเปิดช่องทางสำหรับให้ผู้เรียนสอบถามข้อสงสัยผ่านทางแชทกลุ่ม จากนั้นผู้เรียนทำแบบทดสอบออนไลน์ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มทุกคนต้องดำเนินกิจกรรมให้ครบทั้ง 2 ขั้นตอน จึงจะสามารถมาทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้

การเรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น ขั้นตอน 2 ได้แก่

ขั้นตอนที่ 3 ผู้เรียนนั่งประจำกลุ่ม แต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม ผู้สอนประเมินสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ผู้เรียนช่วยกันสรุปองค์ความรู้โดยการถามตอบ ผู้สอนอธิบายข้อสงสัยต่างๆ จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาในแอปพลิเคชันในแต่ละด่าน โดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำการแข่งขันเพื่อชิงเหรียญรางวัล ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในระหว่างที่ผู้เรียนแข่งขันและคอยให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่ยังไม่เข้าใจหรือพบปัญหาต่างๆ ภายหลังการแข่งขันในแต่ละรอบจะมีการสรุปเหรียญและจัดอันดับในกระดานผู้นำ (Leaderboards) จากนั้นผู้เรียนทำใบกิจกรรม ผู้สอนประเมินการทำกิจกรรมของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 4 ผู้เรียนทำใบงาน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจรวบยอด ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้สอนและผู้เรียน มีการสรุปและอภิปรายผลร่วมกัน ผู้สอนประเมินผลจากการทำกิจกรรมและใบงาน หากพบว่า ผู้เรียนยังไม่ผ่านตามเงื่อนไขสามารถกลับไปทบทวนความรู้จากแหล่งทรัพยากรและแอป

พลิเคชัน เมื่อครบกิจกรรมทั้ง 4 สัปดาห์ ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจรวบยอด

สมมติฐานข้อ 2 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนมาศึกษาเปรียบเทียบผลต่างโดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test dependent samples ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	SD	Min	Max	df	t	p-value
ก่อนเรียน	30	23.70	7.77	8	33	29	23.11	<0.001
หลังเรียน	30	50.37	8.04	30	64			

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนจากคะแนนเต็ม 80 คะแนน ซึ่งแบ่งออกเป็นปรนัย 20 คะแนน และคะแนนการให้เหตุผล 60 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 23.70 และ 7.77 ตามลำดับ จากนั้นจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน แล้ววัดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 50.37 และ 8.04 ตามลำดับ สถิติทดสอบ t-test ได้ค่าเท่ากับ 23.11 ค่าองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 29 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.001 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่า

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) ดังแสดงในตารางที่ 8 และ 9

ตาราง 8 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน)

แหล่งของความแปรปรวน	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	882.228	2	441.114	13.174	<0.001
Within Groups	904.072	27	33.484		
Total	1786.300	29			

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) โดยใช้สถิติ One - Way ANOVA เพื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า ค่า F = 13.174 และค่า Sig. <0.001 แสดงว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการทดสอบเป็นรายคู่โดยวิธี LDS แสดงในตารางที่ 9

ตาราง 9 แสดงการทดสอบรายคู่ โดยวิธี LSD

ระดับความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	เก่ง 56.11	กลาง 52.23	อ่อน 42.13
เก่ง	56.11	-	3.880	13.986*
กลาง	52.23		-	10.106*

ตาราง 9 (ต่อ)

ระดับ	คะแนนเฉลี่ย	เก่ง	กลาง	อ่อน
ความสามารถ		56.11	52.23	42.13
อ่อน	42.13			-

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี LSD ของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) พบว่า แตกต่างกัน 2 คู่ คือ คู่ที่ 1 นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับเก่งกับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับอ่อน คู่ที่ 2 นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับกลางกับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับอ่อน เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการทดสอบของ LSD พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับเก่ง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกับผู้เรียนในระดับอ่อน โดยผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับเก่งมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 56.11 ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับกลางมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 52.23 และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับอ่อนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 42.13 ส่วนผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับกลาง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกับผู้เรียนในระดับอ่อน

จากนั้นผู้วิจัยได้นำคะแนนการแก้ปัญหาในแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านก่อนเรียนและหลังเรียนในชั้นเรียนมาประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) จากการใช้แอปพลิเคชัน โดยใช้วิธีการ Average Normalized Gain รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 10

ตาราง 10 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนโดยวิธี Normalized Gain

ระดับความสามารถ	ร้อยละคะแนน		การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น	การเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้น	ความก้าวหน้าทางการเรียน	ร้อยละกลุ่มความก้าวหน้าของผู้เรียน
	ก่อนเรียน	หลังเรียน				
เก่ง	57.50	91.25	33.75	42.50	0.79	สูง
กลาง	47.50	85.00	37.50	52.50	0.71	73.33
อ่อน	30.00	77.50	47.50	70.00	0.68	ปานกลาง
						26.67

จากตารางที่ 10 ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ของนักเรียนกลุ่มเก่งมีค่า 91.25%-57.50% = 33.75 % ผลการเรียนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ (Maximum possible gain) มีค่า 100% - 57.50% = 42.50 % และผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงคิดเป็น 0.79 เท่า (หรือ 79%) ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ สำหรับผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ของนักเรียนกลุ่มปานกลางมีค่า 85.00%-47.50% = 37.50 % ผลการเรียนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ (Maximum possible gain) มีค่า 100% - 47.50% = 52.50 % และผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงคิดเป็น 0.71 เท่า (หรือ 71%) ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ และผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ของนักเรียนกลุ่มอ่อนมีค่า 77.5%-30% = 47.50 % ผลการเรียนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ (Maximum possible gain) มีค่า 100% - 30% = 70 % และผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงคิดเป็น 0.68 เท่า (หรือ 63%) ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ นักเรียนมีก้าวหน้าทางการเรียนในระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 73.33 และนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 26.67

สมมติฐานข้อ 3 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

จากการตรวจสอบความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันร่วมกับการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้าน โดยการทำแบบสอบถามและการสัมภาษณ์จากนักเรียนจำนวน 30 คน เป็นนักเรียนชาย 11 คน และนักเรียนหญิง 19 คน สรุปผลได้ดังตารางที่ 11 และ 12

ตาราง 11 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านคำแนะนำการใช้งานแอปพลิเคชัน			
1.1 มีลำดับขั้นตอนชัดเจน	4.42	0.69	มาก
1.2 เข้าใจง่าย	4.29	0.79	มาก
รวมด้านคำแนะนำการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.36	0.70	มาก
2. ด้านเนื้อหา/บทเรียน			
2.1 ภาษาที่ใช้ในบทเรียนเข้าใจง่าย	4.27	0.69	มาก
2.2 เนื้อหาวิชาเข้าใจง่าย	4.16	0.74	มาก
2.3 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละบทเรียนมีความเหมาะสม	4.22	0.77	มาก
รวมด้านเนื้อหา/บทเรียน	4.13	0.70	มาก
3. ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน			
3.1 สี และรูปแบบของตัวอักษรอ่านง่ายชัดเจน	4.44	0.69	มาก
3.2 ภาพประกอบสวยงามเข้าใจง่าย	4.42	0.72	มาก
3.3 เสียงประกอบชัดเจน	4.49	0.70	มาก
รวมด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน	4.45	0.66	มาก
4. ด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน			
4.1 การใช้งานแอปพลิเคชันมีขั้นตอนใช้งานที่ง่าย	4.27	0.81	มาก
4.2 แอปพลิเคชันช่วยให้นักเรียนสนใจเรียนวิชา เคมีมากยิ่งขึ้น	4.16	0.77	มาก
4.3 แอปพลิเคชันช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น	4.20	0.79	มาก
4.4 แอปพลิเคชันช่วยให้นักเรียนสามารถตอบคำถามเรื่อง ไอโซเมอร์มากขึ้น	4.04	0.80	มาก
4.5 นักเรียนรู้สึกกระตือรือร้น สนุกสนานในการเรียน	4.20	0.69	มาก

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
4.6 นักเรียนรู้สึกมีความท้าทายในการเรียน	4.04	0.82	มาก
4.7 นักเรียนมีความชอบในแอปพลิเคชันที่สามารถเล่นโดยใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตมากกว่าการเล่นแบบออฟไลน์	4.07	1.45	มาก
4.8 การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีในหัวข้ออื่นๆ ควรมีการนำเอาแอปพลิเคชันมาใช้ในชั้นเรียน	4.09	0.67	มาก
รวมด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.13	0.58	มาก
5. ด้านกระบวนการและขั้นตอนการสอน			
5.1 ครูผู้สอนมีการชี้แจงขั้นตอนการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน	4.33	0.83	มาก
5.2 ครูผู้สอนมีการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนที่กำหนด	4.38	0.72	มาก
5.3 ครูผู้สอนมีการเตรียมการสอนในแต่ละครั้งเป็นอย่างดี	4.38	0.78	มาก
5.4 ขั้นตอนการเรียนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	4.29	0.79	มาก
5.5 ขั้นตอนการเรียนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพของตน	4.24	0.80	มาก
รวมด้านกระบวนการและขั้นตอนการสอน	4.32	0.73	มาก
6. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
6.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.31	0.80	มาก
6.2 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและตัดสินใจ	4.13	0.82	มาก
6.3 กิจกรรมการเรียนรู้ตอบสนองความต้องการ และความแตกต่างของนักเรียน	4.04	0.85	มาก
6.4 ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในห้องเรียน	4.13	0.90	มาก

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
6.5 ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถาม สามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอนได้	4.18	0.86	มาก
6.6 แอปพลิเคชันเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน	4.11	0.86	มาก
6.7 สื่อการสอนมีคุณภาพและเพียงพอต่อความต้องการ	4.20	0.87	มาก
รวมด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.16	0.70	มาก
7. ด้านบทบาทของนักเรียน			
7.1 นักเรียนอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ด้วยตนเอง	4.16	0.74	มาก
7.2 นักเรียนสามารถเลือกเรียนในหัวข้อต่าง ๆ ได้ตามที่ต้องการ	4.18	0.78	มาก
7.3 นักเรียนเลือกที่จะศึกษาหาความรู้เรื่อง ไอโซเมอร์จากในแอปพลิเคชันมากกว่าในหนังสือแบบเรียน	4.48	0.95	มาก
7.4 การใช้แอปพลิเคชันในห้องเรียนกลับด้านช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี	4.11	0.68	มาก
7.5 โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจกับการใช้แอปพลิเคชันในห้องเรียนกลับด้าน	4.27	0.75	มาก
รวมด้านบทบาทของนักเรียน	4.24	0.41	มาก
รวมทุกด้าน	4.26	0.55	มาก

จากตารางที่ 11 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ลำดับข้อที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด ตามลำดับคือ

1. แอปพลิเคชันมีเสียงประกอบชัดเจน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70

2. นักเรียนเลือกทีจะศึกษาหาความรู้เรื่อง ไอโซเมอร์จากในแอปพลิเคชันมากกว่าในหนังสือแบบเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.95

3. แอปพลิเคชันมีการแสดงผลของสี และรูปแบบของตัวอักษรอ่านง่ายชัดเจน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.69

จากการตรวจสอบแบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยใช้การสัมภาษณ์จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน พบว่าเป็นเพศชาย จำนวน 11 คน และเพศหญิง จำนวน 19 คน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 12-14 ดังนี้

ตาราง 12 ผลการสัมภาษณ์ด้านเจตคติของนักเรียนต่อการใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์

รายการสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	ความถี่ร้อยละ
1.1 แอปพลิเคชันช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องไอโซเมอร์ หรือไม่ อย่างไร	ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาเนื่องจากเห็นโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบ 3 มิติ และเออาร์	16	53.33
	ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาเนื่องจากมีกิจกรรมในแอปพลิเคชันให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ	8	26.67
	ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาเนื่องจากมีสรุปให้นักเรียนไปทำความเข้าใจและทบทวนเนื้อหาก่อนการทำกิจกรรม	6	20.00

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	ความถี่ร้อยละ
1.2 ความรู้สึกของนักเรียนหลังจากการใช้แอปพลิเคชัน เรื่อง ไอโซเมอร์	รู้สึกสนุกกับการเรียน	19	63.33
	รู้สึกตื่นเต้นในการทำกิจกรรม	8	26.67
	รู้สึกชอบ เนื่องจากแอปพลิเคชันมีความสวยงาม	3	10.00
1.3 โดยภาพรวมแอปพลิเคชันมีการใช้งานที่ง่าย-ยากอยู่ในระดับใด	ใช้งานง่าย	28	93.33
	ใช้งานยาก	2	6.67
1.4 ระบุประเด็นปัญหาที่พบในการใช้งานแอปพลิเคชัน เรื่อง ไอโซเมอร์	ไม่พบปัญหาระหว่างการเข้าใช้งาน	11	36.67
	แอปพลิเคชันไม่เสถียร เมื่อเข้าเล่นพร้อมกันหลายๆคน	10	33.33
	การประมวลผลคะแนนในบางด่าน	7	23.33
	เสียงเพลงดังเกินไป	2	6.67
1.6 หลังจากการใช้แอปพลิเคชัน นักเรียนจะแนะนำแอปพลิเคชันนี้ให้กับเพื่อนหรือไม่	แนะนำ	29	96.67
	ไม่แนะนำ	1	3.33

ตาราง 13 ผลการสัมภาษณ์ในด้านการวัดเจตคติของนักเรียนต่อบทบาทในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

รายการสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	ความถี่ร้อยละ
2.1 ระหว่างการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านกับการเรียนวิธีปกติที่ผ่านมา การเรียนด้วยวิธีใดสามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหามากกว่ากัน	การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน	28	93.33
	การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนปกติ	2	6.67

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	ความถี่ร้อยละ
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร	กระตุ้นการเรียนรู้เนื่องจากได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย	14	46.67
	แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม	11	36.67
	บรรยากาศในการเรียนที่ท้าทาย	3	10.00
	การศึกษาบทเรียนด้วยตนเองจากที่บ้านมาก่อน ทำให้เกิดการตั้งคำถาม	2	6.66
2.3 ทรัพยากรหรือแหล่งเรียนรู้ที่ครูจัดหามาให้ส่งผลต่อการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนอย่างไร	เพิ่มความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น	17	56.67
	การทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทำให้ทราบจุดบกพร่องการเรียนของตนเองในแต่ละเนื้อหา	9	30.00
	บทเรียนมีความน่าสนใจ ช่วยให้เห็นภาพได้ชัดเจน	3	10.00
	สามารถเลือกเรียนตามความสนใจ และเรียนซ้ำได้	1	3.33
2.4 กิจกรรมของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากกว่าวิธีการเรียนแบบปกติหรือไม่	ส่งเสริมให้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมในชั้นเรียน	18	60.00
	ส่งเสริมให้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยผ่านระบบในชั้นเรียนออนไลน์	10	33.33
	ไม่ส่งเสริม เนื่องจากมีนักเรียนบางส่วนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม	2	6.67

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	ความถี่ร้อยละ
2.5 กิจกรรมนอกชั้นเรียนและในชั้นเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านส่งผลอย่างไรกับภาระงานและความเครียดที่เกิดจากภาระงานของนักเรียน	ภาระงานมีมากกว่าปกติเล็กน้อย เนื่องจากต้องมีการเตรียมตัวศึกษาความรู้ด้วยตนเองมาก่อน	15	50.00
	ภาระงานปกติ เนื่องจากกิจกรรมเน้นการลงมือปฏิบัติเพื่อเรียนรู้ในชั้นเรียน	14	46.67
	เกิดความเครียดเล็กน้อยระหว่างการทำกิจกรรม เนื่องจากต้องแข่งขันกับเวลา	1	3.33

ตาราง 14 ผลการสัมภาษณ์ในด้านการวัดเจตคติของนักเรียนต่อการใช้แอปพลิเคชันเกมในห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องไอโซเมอร์

รายการสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	ความถี่ร้อยละ
3.1 โดยภาพรวมแอปพลิเคชันมีความเหมาะสมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านหรือไม่ (ระบุถึงความเหมาะสม หรือความไม่เหมาะสม)	เหมาะสม เนื่องจากกิจกรรมในแอปพลิเคชันให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในคาบเรียน	15	50.00
	เหมาะสม เนื่องจากเป็นแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง	13	43.33
	เหมาะสม การใช้แอปพลิเคชันในรูปแบบการสอนที่แปลกใหม่ช่วยอย่างให้นักเรียนอยากที่จะลองและเรียนรู้	2	6.67

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	ความถี่ร้อยละ
3.2 การใช้แอปพลิเคชันในห้องเรียนกลับด้านสามารถช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองจนสามารถตอบคำถาม เรื่อง ไอโซเมอร์ได้หรือไม่ อย่างไร	ช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง เนื่องจากสามารถตอบคำถามในแบบฝึกหัดได้	19	63.33
	ช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง เนื่องจากทำให้เห็นภาพของโครงสร้างชัดเจนขึ้นมากกว่าในหนังสือ	9	30.00
	ช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจแต่ควรเพิ่มเฉลยของแต่ละกิจกรรม เนื่องจากความแตกต่างของผู้เรียน	2	6.67
3.3 ความรู้สึกของนักเรียนต่อการใช้แอปพลิเคชันระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มในห้องเรียน	สนุกกับในการเรียน	21	70.00
	กระตุ้นการเรียนรู้	6	20.00
	ท้าทาย สร้างบรรยากาศของการแข่งขัน	2	6.67
	มีความน่าสนใจ	1	3.33
3.4 ระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในห้องเรียนกลับด้านนักเรียนได้รับคำแนะนำหรือข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนและแอปพลิเคชันที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้อย่างไร	ครูผู้สอนให้คำแนะนำในการใช้งานแอปพลิเคชัน	14	46.67
	ครูผู้สอนให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม	8	26.67
	ครูผู้สอนมีการตั้งคำถาม ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงไปสู่การหาคำตอบได้	4	13.33
	ครูผู้สอนมีการสรุปและอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนภายหลังการทำกิจกรรม	4	13.33

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	ความถี่ร้อยละ
3.5 นักเรียนได้รับประสบการณ์ของการเรียนรู้จากการใช้แอปพลิเคชันในห้องเรียนกลับด้านหรือไม่ พร้อมระบุถึงประสบการณ์ที่ได้รับ และสิ่งที่เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ของนักเรียน	ได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ที่สนุกสนาน	14	46.67
	สร้างบรรยากาศของการเรียนรู้	7	23.33
	เกิดการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมในรูปแบบของเกม	5	16.66
	อุปสรรคคือ บางกิจกรรมมีความซับซ้อนควรได้รับคำแนะนำก่อนการทำกิจกรรม	2	6.67
	อุปสรรคคือ อินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์ที่ใช้งาน	2	6.67

จากข้อมูลการให้สัมภาษณ์ของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ได้ดังนี้คือ

1) ควรประมวลผลและสรุปคะแนนในด่านที่ 2 ให้เร็วกว่าเดิม

2) ควรเพิ่มเฉลยละเอียดของแต่ละกิจกรรม สำหรับนักเรียนที่ไม่ถนัดวิชาเคมี

3) ควรเพิ่มโครงสร้างในด่านที่ 1 เมื่อสุ่มจะได้ไม่ซ้ำเมื่อเล่นหลายรอบ

4) การจัดรูปแบบการเรียนการสอนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหามาล่วงหน้าและมีการใช้แอปพลิเคชันช่วยทำให้การเรียนสนุก น่าสนใจ และมีประโยชน์ต่อตัวนักเรียน

บทที่ 5
อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองตามแบบแผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

สมมติฐานในการวิจัย

1. พัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้และตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้
2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจเมื่อเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน

2. เนื้อหา

เนื้อหาในการใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

1. ความหมาย และประเภทของไอโซเมอร์
2. ไอโซเมอร์โครงสร้าง
3. สเตอริโอไอโซเมอร์
4. การประยุกต์ความรู้เรื่อง ไอโซเมอร์

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ : การใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

3.2 ตัวแปรตาม :

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามเพื่อใช้สอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ นำไปสู่การสร้างแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

3. แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

5. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

6. แบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันบทเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลด้วยตนเองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการดังนี้ (1) สอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ (2) กำหนดกลุ่มตัวอย่าง (3) สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยทั้งหมด (4) ผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และประเมินคุณภาพของเครื่องมือ (5) ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ เพื่อคัดเลือกนักเรียนตามความสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มเก่ง กลาง อ่อน ก่อนทำการทดลอง (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และการให้เหตุผลจำนวน 20 ข้อ (6) ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมโดยใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านกับกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการเรียนรู้จำนวน 4 แผน รวมระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 13 คาบเรียน ระยะเวลา 5 สัปดาห์ (7) ดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ หลังเรียน (Post-test) (8) ดำเนินการวัดความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ และแบบสัมภาษณ์เพื่อวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ (9) ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน และนำเสนอข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ

สรุปผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. การพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้และตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ($\bar{X}$=50.37, S.D.= 8.04) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$=23.70, S.D.=7.77) และจากการคำนวณค่า t-test ได้ค่าเท่ากับ 23.11 ค่าองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 29 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์อยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า (1) การพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้และตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ (2) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (3) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ จากผลการวิจัยครั้งนี้สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ และตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 การพัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) เรื่อง ไอโซเมอร์ และตอนที่ 2 การนำแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) เรื่อง ไอโซเมอร์ ไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) เรื่อง ไอโซเมอร์

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) โดยเริ่มจากการสัมภาษณ์ผู้สอนวิชาเคมี หัวข้อเคมีอินทรีย์ (ไอโซเมอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศไทย จำนวน 40 ท่าน พบว่า ผู้สอนส่วนใหญ่ยังขาดการใช้สื่อและนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ทันสมัย ผู้สอนส่วนใหญ่ใช้สื่อการเรียนการสอน คือ หนังสือ ใบงาน ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ (Microsoft PowerPoint) และวิดีโอประกอบการสอน มีส่วนน้อยที่ใช้แอปพลิเคชันมือถือ อีเลิร์นนิง (e-learning) และเกมดิจิทัลประกอบการสอน โดยสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบโครงสร้าง 2 มิติ ซึ่งยากต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากเนื้อหาในหัวข้อเคมีอินทรีย์ มีลักษณะของเนื้อหาที่เข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย และเป็นนามธรรม สอดคล้องกับแนวคิดของ Gilbert (2006) ที่กล่าวไว้ว่า ธรรมชาติของวิชาเคมีมีความเป็นนามธรรมสูง เนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับสมบัติ และการเปลี่ยนแปลงของสสารในระดับอะตอม หรือโมเลกุล ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) ขึ้นมา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน แอปพลิเคชันนี้เป็นการรวมหลายคุณสมบัติเข้าด้วยกัน ได้แก่ โครงสร้างของสารในรูปแบบ 3 มิติ และเออาร์ เกมดิจิทัล เข้ากับรูปแบบของกิจกรรมในชั้นเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Johnstone (2000) ที่กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนควรเชื่อมโยงแนวคิดทางเคมี 3 ระดับของ ได้แก่ แนวคิดในระดับมหภาค ระดับอนุภาค และภาษาสัญลักษณ์ ด้วยเหตุผลนี้ ผู้สอนต้องจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาเคมี และธรรมชาติของการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้การเรียนวิชาเคมีจึงจะไม่ใช่สิ่งที่ยากเกินไปสำหรับผู้เรียน ทางผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการเขียนแผนโครงเรื่อง (Storyboard) ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นดำเนินการสร้างแอปพลิเคชัน สำหรับแอปพลิเคชันนี้จะแบ่งออก 4 เมนูหลัก ได้แก่ (1) เมนูเกม (Play) ประกอบด้วย 4 ด่าน เน้นการวิเคราะห์โครงสร้างของไอโซเมอร์โดยมีการเรียนรู้ผ่านกลไกของเกม สอดคล้องกับ Majumdar

(2016) ที่ได้อธิบายองค์ประกอบของการสร้างเกมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะต้องมีรูปแบบที่เป็นการแข่งขัน กฎกติกา ไอเทมพิเศษ ความสวยงาม รางวัลและกระดานคะแนน เพื่อเพิ่มความท้าทาย ความน่าสนใจ และดึงดูดผู้เรียนได้เป็นอย่างดี (2) เมนูศึกษาความรู้ด้วยตนเอง (Practices) ประกอบด้วย 4 หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับไอโซเมอร์ โดยสรุปเนื้อหาในรูปแบบอินโฟกราฟิกส์ แสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบ 3 มิติ และเออาร์ นอกจากนี้ยังมีแบบทดสอบ (Quiz) สำหรับวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aristov และคนอื่น ๆ (2021) ที่ได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน Sketchfab ซึ่งเป็นการรวบรวมโครงสร้างของสารในรูปแบบ 3 มิติและแอนิเมชันไว้ด้วยกัน สามารถแสดงผลแบบเออาร์ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น และสามารถจินตนาการถึงโครงสร้างของสารได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ทางคณะผู้วิจัยได้มีการเสนอให้ใช้โครงสร้าง 3 มิติ แทนโครงสร้าง 2 มิติ สำหรับตำราเรียนออนไลน์ (3) เมนูตั้งค่า (Setting) (4) เมนูข้อมูลส่วนตัว (My profile) สามารถตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนในแต่ละช่วงเวลาของการเรียน วันเวลาที่ทำกิจกรรม ไอเทมพิเศษ สรุปเหรียญที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และการจัดอันดับในกระดานผู้นำ (Leaderboards) สอดคล้องกับทฤษฎีของ Skinner (1938) ที่กล่าวไว้ว่า สิ่งเสริมแรงเป็นสิ่งเร้าที่ช่วยให้เกิดพฤติกรรมและการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างจงใจกระทำ จากนั้นทางผู้วิจัยนำแอปพลิเคชันเกมที่ได้สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพแอปพลิเคชันจำนวน 3 ท่าน ประเมิน 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน และด้านเนื้อหา สำหรับผลการประเมินประสิทธิภาพในแต่ละด้านเท่ากับ 4.54 ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียนเท่ากับ 4.57 และด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.37 ค่าเฉลี่ยรวมของคุณภาพแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ มีคุณภาพดีเท่ากับ 4.49 หลังจากปรับปรุงแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง พร้อมคู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน

ตอนที่ 2 การนำแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) เรื่อง ไอโซเมอร์ ไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

จากการทดลองนำแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) เรื่อง ไอโซเมอร์ ไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี ประกอบด้วย 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนการสอน และระยะที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งส่วนของกระบวนจัดการ

เรียนรู้แบ่งเป็น 2 ส่วนย่อย ได้แก่ การเรียนนอกชั้นเรียน และการเรียนในชั้นเรียน โดยขั้นตอนการเรียนการสอนในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในส่วนของการเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนการสอน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ 1) การปฐมนิเทศนักเรียน โดยผู้สอนชี้แจงการเข้าร่วมการเก็บข้อมูลของนักเรียน การทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน การใช้งานแอปพลิเคชันเกม วิธีการใช้เครื่องมือในระบบชั้นเรียนออนไลน์ รวมถึงบทบาทของผู้สอนและนักเรียนในแต่ละขั้นของการเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เตรียมตัวล่วงหน้า และมีความพร้อมในการเรียน 2) นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งกลุ่มผู้เรียน โดยคละความสามารถเก่ง กลาง อ่อน แต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนตามความเหมาะสม

ในส่วนของกิจกรรมการเรียนการสอนแบ่งเป็น 2 ส่วนย่อย ส่วนแรก คือ การเรียนนอกชั้นเรียน ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ผู้สอนชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ กฎกติกาในการเรียน แล้วให้นักเรียนศึกษาวิดีโอ แอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) หรือทรัพยากรออนไลน์อื่นๆ ล่วงหน้าจากที่บ้าน 2) นักเรียนบันทึกการเรียนรู้ ตั้งคำถาม แสดงความคิดเห็นในกระดานสนทนา Google Classroom ผู้สอนเปิดช่องทางสำหรับให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัยผ่านทางแชทกลุ่ม จากนั้นนักเรียนทำแบบทดสอบออนไลน์ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยสมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องดำเนินกิจกรรมให้ครบทั้ง 2 ขั้นตอน จึงจะสามารถมาทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้ ผู้วิจัยพบว่า การชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ หัวข้อเนื้อหา ขั้นตอนของการเรียนนอกชั้นเรียน เงื่อนไข และการตรวจสอบความก้าวหน้าของการศึกษาความรู้ด้วยตนเองในระบบก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนให้นักเรียนทราบ เป็นการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน และทำให้เป็นการเรียนรู้แบบมีเป้าหมาย สอดคล้องกับ Herrington (2017) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้ระบบ Google Classroom เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งภายในและภายนอกชั้นเรียน ผู้สอนจึงใช้เครื่องมือของ Google เพื่อสื่อสาร แจ้งเตือน และประเมินความเข้าใจของนักเรียน หลังจากการใช้ Google Classroom ในการจัดการเรียนการสอนภายนอกชั้นเรียน พบว่า นักเรียนสามารถประเมินความรู้ความเข้าใจในบทเรียนได้ด้วยตนเอง มีแนวทางในการเรียนวิชาเคมี สามารถวางแผนการเรียนรู้ให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด กระตุ้นให้นักเรียนคิดตามบทเรียนและมีความสนุกไปกับการเรียนวิชาเคมีเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การเรียนจากวิดีโอ แอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) หรือทรัพยากรออนไลน์อื่นๆ มีข้อดีคือ สามารถดูย้อนหลัง ดูซ้ำหลายๆครั้งได้ตามต้องการ มีความยืดหยุ่นในด้านของเวลา สอดคล้องกับแนวคิดของ Bergmann

(2012) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีความพึงพอใจในการศึกษาวิดีโอในลักษณะที่แตกต่างกัน ผู้เรียนสามารถเรียนได้หลายๆ รอบ ดูซ้ำเพื่อทำความเข้าใจอย่างจริงจัง เบื่อก็หยุดพักได้ สามารถแบ่งเวลาในการดูเป็นช่วงได้ เป็นการช่วยเหลือผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตนเอง เพราะผู้เรียนสามารถอ่าน ฟัง ดูวิดีโอ หรือเรียนจากทรัพยากรออนไลน์อื่นๆ ได้เองจะหยุดตรงไหนก็ได้ หรือเรียนหลายๆ รอบก็ได้

ส่วนที่ 2 คือ การเรียนในชั้นเรียน หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาล่วงหน้ามาจากที่บ้านแล้ว กลับเข้าสู่กิจกรรมในชั้นเรียน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) นักเรียนนั่งประจำกลุ่ม แต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม ผู้สอนประเมินสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว นักเรียนช่วยกันสรุปองค์ความรู้โดยการถามตอบ ผู้สอนอธิบายข้อสงสัยต่างๆ เพื่อเป็นการปูพื้นฐานสำหรับนักเรียนที่ยังเข้าใจไม่ดีพอ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาในแอปพลิเคชันในแต่ละด่าน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการแข่งขันเพื่อสะสมเหรียญรางวัล ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในระหว่างที่นักเรียนแข่งขันและคอยให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจหรือพบปัญหาต่างๆ ภายหลังการแข่งขันในแต่ละรอบจะมีการสรุปเหรียญและจัดอันดับในกระดานผู้นำ 2) ทำใบงาน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนและผู้สอน มีการสรุปและอภิปรายผลร่วมกัน ผู้วิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของการทำใบงานได้ถูกต้องสูงกว่าร้อยละ 60 (ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้) เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนในสัปดาห์สุดท้ายผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจรวบยอด สอดคล้องกับ พัชฎา บุตรยะถาวร (2558) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน ทำให้นักเรียนมีเวลามากพอในการทำหลาย ๆ กิจกรรมในชั้นเรียน โดยอาจจะเป็นการปฏิบัติการทดลอง (Lab) หรือเป็นกิจกรรมค้นคว้า โครงงานหรือกิจกรรมแก้ปัญหา ฝึกทักษะ หรือการทดสอบ จะเห็นว่า การมีเวลาในการทำกิจกรรมที่เพียงพอช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการลงมือปฏิบัติจนเกิดความเข้าใจที่คงทนกับนักเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การนำแอปพลิเคชันเกมไอโซเคม (ISOCHEM) เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ และตามขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้สะท้อนความรู้สึกที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

“ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาไอโซเมอร์ เนื่องจากโครงสร้าง 3 มิติ ทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น ง่ายต่อความเข้าใจ มีประโยชน์มากครับ”

“การได้ไปศึกษาความรู้มาก่อน โดยสามารถย้อนดูคลิปได้หลายๆ รอบ และทำแบบทดสอบย่อยระหว่างการดู ช่วยให้ทราบในจุดที่ยังไม่เข้าใจ ”

“การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านเป็นวิธีที่แปลกใหม่ ชอบการทำกิจกรรมในห้องและทำโจทย์ ถ้าไม่เข้าใจตรงไหน ก็สามารถถามครูได้ทันทีค่ะ”

“ชอบการใช้แอปพลิเคชันในรูปแบบของเกม รู้สึกสนุก ทำให้การเรียนเคมีน่าสนใจมากยิ่งขึ้นค่ะ”

2. **นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้**

ประการแรก ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ($\bar{X}$=50.37, S.D.= 8.04) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$=23.70, S.D.=7.77) เนื่องจากการเรียนด้วยแอปพลิเคชันนี้ เป็นสื่อและนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียน สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมการค้นคว้าการเข้าถึงแหล่งความรู้ภายนอกห้องเรียน สามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการ มีความยืดหยุ่นสามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา ผู้เรียนสามารถควบคุม ติดตามความก้าวหน้าของการเรียนและการทำกิจกรรมในแอปพลิเคชันได้ ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์โต้ตอบ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน รวมทั้งส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jones (2018) พบว่า การใช้แอปพลิเคชันในการจัดการเรียนการสอนช่วยเพิ่มแรงจูงใจของนักเรียน และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมให้กับผู้เรียน จากงานวิจัยของ พรทิพย์ วงศ์สินอุดม (2558) ที่ได้อ้างถึงหลักทฤษฎีจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชัน คือ ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง การจดจำ ความกระตือรือร้นในการเรียน แรงจูงใจ การควบคุมการเรียน การถ่ายโอนการเรียนรู้ และการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งส่งผลให้แอปพลิเคชันนี้มีคุณภาพและผู้เรียนมีความสนุกสนานในการเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Aw (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชัน Nucleophile’s Point of View (NuPOV) แสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบ 3 มิติ

(3D) ผสมผสานกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality, VR) และความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality, AR) เข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเคมีอินทรีย์ในระดับที่ลึกซึ้ง เนื่องจากผู้เรียนสามารถมองเห็นโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์จากเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม สามารถสังเกตและเข้าใจโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งถือว่าการแสดงโครงสร้างในรูปแบบ 3 มิติ และเออาร์เป็นตัวแทนในระดับจุลภาคเชื่อมโยงไปสู่ระดับมหภาคหรือสิ่งที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า นำไปสู่การเขียนอธิบายในระดับสัญลักษณ์ได้ นอกจากนี้แอปพลิเคชันช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาการเรียน และผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการใช้แอปพลิเคชันในการเรียน

ประการที่สอง การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีรูปแบบที่ผสมผสานการนำเทคโนโลยีมาช่วยพัฒนาการสอนในห้องเรียนให้มีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่ นักเรียนเรียนรู้และค้นคว้าด้วยตนเองผ่านแหล่งทรัพยากรออนไลน์จากที่บ้าน สามารถพูดคุยกับนักเรียนคนอื่น หรือถามคำถามผู้สอนผ่านระบบออนไลน์ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าชั้นเรียน เมื่อถึงชั่วโมงเรียนนักเรียนมีการทำกิจกรรม ปฏิบัติการทดลอง หรือทำแบบฝึกหัดและงานต่างๆที่ได้รับมอบหมาย โดยมีผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางในการหาคำตอบของกิจกรรมอย่างใกล้ชิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรัทยา มณีรัตน์ (2560) ที่ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ และพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bokosmaty (2019) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ใช้ในการสอนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยนักเรียนทำการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองผ่านเว็บ วิดีโอ และทำแบบทดสอบย่อยก่อนเข้าชั้นเรียน ในชั้นเรียนใช้รูปแบบกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือกระทำ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นจากเดิมที่เรียนรูปแบบปกติ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนมากขึ้น

ประการที่สาม ผลการเปรียบเทียบนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้ทำการทดลอบเป็นรายคู่โดยวิธี LDS พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับเก่ง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกับนักเรียนในระดับอ่อน และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนในระดับกลาง โดยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับเก่งมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 56.11 นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับกลางมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 52.23 และนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับอ่อนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 42.13 ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับกลางมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกับนักเรียนในระดับอ่อน จะเห็นได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มกลางใกล้เคียงกับกลุ่มเก่ง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งข้อสังเกตว่า นักเรียนกลุ่มกลางมีพื้นฐานการเรียนซึ่งสามารถพัฒนาได้ใกล้เคียงกับนักเรียนกลุ่มเก่ง มีแรงจูงใจในการทำกิจกรรมให้บรรลุเป้าหมาย เนื่องจากในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนจะเน้นไปที่กิจกรรมกลุ่ม โดยให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ทำกิจกรรมการเรียนรู้และช่วยเหลือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับ วิจารณ์ พานิช (2556) ที่กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้านช่วยให้ผู้สอนสามารถเข้าใจนักเรียนได้เป็นรายบุคคลด้วยธรรมชาติของนักเรียนจะมีความชอบ ความถนัดที่แตกต่างกัน การกลับด้านชั้นเรียนช่วยให้ผู้สอนเห็นจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนแต่ละคน เนื่องจากผู้สอนสามารถเดินให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมได้ทั่วห้อง ผู้สอนจะสังเกตเห็นนักเรียนที่กำลังพยายามช่วยกันแก้ไขปัญหาต่างๆ และสามารถเข้าไปช่วยนักเรียนที่ไม่ถนัดในเรื่องนั้นๆได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจพร สุคนธร (2561) ที่ได้ศึกษาแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้านเหมาะกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง หรืออ่อน ก็ได้ แต่จะต้องเป็นนักเรียนที่มีวินัยในการศึกษาด้วยตนเองนอกห้องเรียน มีแรงจูงใจ และเป้าหมายในการเรียน ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน สามารถทำได้โดยนำแอปพลิเคชันในรูปแบบของเกมมาใช้ในห้องเรียน เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน กล่าวคือ องค์ประกอบของเกม ได้แก่ คะแนน รางวัล กฎกติกา ไอเทมพิเศษ กระดานจัดอันดับ เวลา และผลป้อนกลับ ช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนตื่นเต้นกับการเรียนรู้ โดยเฉพาะคะแนน กระดานจัดอันดับ ไอเทมพิเศษ เป็นองค์ประกอบที่นักเรียนให้ความสนใจมากที่สุด เพราะได้แข่งขันกับเพื่อนในชั้นเรียน กระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาตนเองเพื่อให้ได้ระดับที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของนครินทร์ สุกใส (2561) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเกมมิฟิเคชันที่มีต่อความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้

ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเกมมิฟิเคชันมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และ J. N. S. Junior (2020) ที่ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเกม Time Bomb Game เรื่อง โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ โดยใช้กลไกของเกมระเบิดเวลาในการตอบคำถาม พบว่า แอปพลิเคชันเกมสามารถสร้างความสนุกสนานและความกระตือรือร้นในการเรียน รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาเคมีอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ผลประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนจากการใช้แอปพลิเคชันของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) โดยใช้วิธีการ Normalized Gain พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางมีก้าวหน้าทางการเรียนในระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 73.33 และนักเรียนกลุ่มอ่อนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 26.67 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งข้อสังเกตจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มอ่อนพบว่า การกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนเกิดความเครียดและความกดดัน เนื่องจากต้องแก้ปัญหาให้ทันภายในเวลาที่กำหนด ดังนั้น การแบ่ง กลุ่มให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันตามแนวคิดแบบห้องเรียนกลับด้านนั้น นักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มปานกลางจะได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนกลุ่มเก่ง ช่วยให้นักเรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นสอดคล้องกับ Bergmann (2012) ที่กล่าวถึงประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้านที่สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตนเอง เพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกันเองจากกิจกรรมทางการเรียนที่ครูจัดประสบการณ์ขึ้น ซึ่งนักเรียนสามารถที่จะช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันได้ดี

3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 จากการตรวจสอบแบบประเมินความพึงพอใจและการสัมภาษณ์นักเรียน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแอปพลิเคชันเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านวิดีโอแอปพลิเคชันเกม หรือแหล่งทรัพยากรออนไลน์ โดยสามารถเลือกดูได้หลายรอบ พร้อมกับทำความเข้าใจ หลังจากนั้นมีการทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทำให้ทราบจุดบกพร่องการเรียนของตนเองในแต่ละเนื้อหา การเตรียมเนื้อหาก่อนเข้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีเวลามากขึ้นในการ

ซักถามข้อสงสัย และทำกิจกรรมในชั้นเรียน เมื่อเข้าสู่ชั้นเรียนมีการทำกิจกรรมที่หลากหลาย เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ ส่งเสริมให้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมในชั้นเรียน สอดคล้องกับ Bergmann (2012) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีส่วนช่วยทำให้นักเรียน กระตือรือร้นที่จะเรียน มีอิสระในการเรียนรู้ มีความสุขกับการเรียนและพึงพอใจในการทำกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bokosmaty (2019) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ใช้ในการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยนักเรียนทำการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองผ่านเว็บ วิดีโอ และทำแบบทดสอบย่อยก่อนเข้าชั้นเรียน ในชั้นเรียนใช้รูปแบบกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับมาก รวมทั้งมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนมากขึ้น

สำหรับการใช้แอปพลิเคชันเกมช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากมีการเรียนรู้โดยผ่านกลไกของเกม ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่สนุกสนาน ใช้กลไกของเกมเป็นตัวดำเนินการอย่างไม่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนเกิดพฤติกรรม ตรวจสอบ ปรับปรุง และหาวิธีการแก้ไขปัญหาเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรม และเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การแสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์จากรูปแบบ 2 มิติ เป็นรูปแบบ 3 มิติ และเออาร์ สามารถหมุนโครงสร้างแบบ 360 องศา ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพในระดับโมเลกุลได้ชัดเจน ดังนั้น จึงมีส่วนช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับ Junior (2018) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันรูปแบบของเกม เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การอ่านชื่อของสารประกอบอินทรีย์ พบว่า ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน มีความเข้าใจในเนื้อหา และมีความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าและดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และศึกษาวิจัยต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การเตรียมวิดีโอสำหรับให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองก่อนเข้าชั้นเรียน ควรเตรียมเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับชั้นเรียน และวิดีโอต้องไม่ยาวจนเกินไป ควรมีความยาว 5-10 นาที เพราะเนื้อหาที่ยากเกินระดับความรู้และวิดีโอที่มีความยาวเกินไป ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียน สำหรับเนื้อหาที่ยาก ผู้สอนควรนำประเด็นนั้นมาขยายผ่าน

รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน และการทดสอบย่อย (Quiz) ควรอยู่ในระหว่างการดูวิดีโอ เพื่อตรวจสอบการชมวิดีโอและความเข้าใจของนักเรียนไปพร้อมกัน

1.2 การจัดการเรียนการสอนด้วยแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ควรดำเนินการตามขั้นตอนอย่างละเอียด แนะนำการใช้งานพร้อมคู่มือการใช้งาน มีการให้ผู้เรียนทดลองการใช้งานแอปพลิเคชันก่อนการทำกิจกรรมในห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้งานแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ อย่างมีประสิทธิภาพและมีประโยชน์สูงสุด

1.3 การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเกมควรดำเนินการตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้ตรงตามขั้นตอน โดยผู้สอนต้องคอยกำกับดูแล แก้ไขปัญหาทางระบบ รวมทั้งให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนตลอดการเรียนการสอน

1.4 ในการทำกิจกรรมโดยใช้แอปพลิเคชันเกม ผู้สอนควรแนะนำเกี่ยวกับหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม และให้ผู้เรียนกำหนดหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันเกมโดยผสมผสานกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ในปัจจุบัน เพื่อกระตุ้นให้เกิดปฏิสัมพันธ์ และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

2.2 ควรออกแบบโจทย์ปัญหาให้เหมาะสมกับเวลาของกิจกรรมในชั้นเรียน

2.3 ควรดำเนินการสร้างโครงสร้างการแสดงผลแบบเอ็มอาร์ (Mixed Reality) ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์และสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้ดีมากยิ่งขึ้น

2.4 ควรสร้างแอปพลิเคชันเกมและทดลองใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบอื่นๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบ TGT (Team - Games – Tournament), การจัดการเรียนรู้แบบSTAD (Student Team Achievement Division) เป็นต้น

2.5 ควรมีการศึกษาพัฒนาการของผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนกลุ่มอ่อนโดยการใช้แอปพลิเคชันเกมเพื่อช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือทักษะด้านอื่นๆ ของผู้เรียนให้ดีขึ้น

บรรณานุกรม

ACS Division of Chemical Education Examinations Institute. (2019). Score Reporting. Retrieved from https://uwm.edu/acs-exams/instructors/exam-statistics/national-norms/

Addinall, E. (1982). *A Handbook of Game Design*. London: Kogan Page.

Ang, J. W. J. (2020). Scaffolded Inverse Blended Learning: An Approach to Teach an Online General Chemistry Course. *Journal of chemical education, 97*(9), 2839–2844.

Aristov, M. M., Moore, J. W., และ Berry, J. F. (2021). Library of 3D Visual Teaching Tools for the Chemistry Classroom Accessible via Sketchfab and Viewable in Augmented Reality. *Journal of chemical education, 98*(9), 3032-3037.

Aw, J. K. (2020). Interacting with Three-Dimensional Molecular Structures Using an Augmented Reality Mobile App. *Journal of chemical education, 97*, 3877−3881.

Aw, J. K., Boellaard, K. C., Tan, T. K., Yap, J., Loh, Y. P., Colasson, B., . . . Fung, F. M. (2020). Interacting with Three-Dimensional Molecular Structures Using an Augmented Reality Mobile App. *Journal of chemical education, 97*(10), 3877-3881.

Ayutaya, P. P. N. (2020). E-Learning with Augmented Reality as the new solution of Education. *The RajabhatMahaSarakham University Journal, 14*(1), 17-31.

Bergmann, J. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. The United States of America: International Society for Technology in Education.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives. Vol. 1: Cognitive Domain*. New York: McKay.

Bokosmaty, R. (2019). Using a Partially Flipped Learning Model To Teach First Year Undergraduate Chemistry. *Journal of chemical education, 96*, 629-639.

Bruner, J. S. (1956). The Course of cognitive Growth. *America Psychologist, 19*, 1-75.

Caine, R. N. (1991). *Making Connections: Teaching and the Human Brain*. the United

States of America: Banta Company.

Chandrasegaran, A. L. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice, 8*(3), 293-307.

Davis. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science, 35*(8), 982-1003.

Davis, Z. (2018). Application software. Retrieved from https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/application

DeMatteo, M. P. (2019). *Combining POGIL and a Flipped Classroom Methodology in Organic Chemistry* ACS Symposium Series (1336). The United States of America: American Chemical Society.

Dickenson, C. E. (2020). 3D Printing Workshop Activity That Aids Representation of Molecules and Student Comprehension of Shape and Chirality. *Journal of chemical education, 97*, 3714-3719.

Eastwood, M. L. (2013). Fastest Fingers: A Molecule-Building Game for Teaching Organic Chemistry. *Journal of chemical education, 90*(8), 1038-1041.

Fautch, J. M. (2015). The flipped classroom for teaching organic chemistry in small classes: is it effective? *Chemistry Education Research and Practice, 16*, 179-186.

Freeman, S. (2004). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111*(23), 8410-8415.

Gerstein, J. (2012). A Little More on the Flipped Classroom. Retrieved from https://usergeneratededucation.wordpress.com/?s=flipped

Gilbert, P. (2006). On the nature of context in chemical education. *International Journal of Science Education, 28*, 957-976.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of

mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 66*,

64–74.

Harrell, L. (2013). *A Learner Centered Approach To Online Education*. Charlotte, North Carolina, United States: Information Age Publishing, Incorporated.

Helmenstine, A. M. (2019). Why Study Chemistry? [Press release]. Retrieved from https://www.thoughtco.com/reasons-to-study-chemistry-609210

Herrington, D. G. (2017). Students' Independent Use of Screencasts and Simulations to Construct Understanding of Solubility Concepts. *Journal of Science Education and Technology volume, 26*, 359–371.

Hwang, G.-J. (2015). Seamless flipped learning: a mobile technology-enhanced flipped classroom with effective learning strategies. *Journal of Computers in Education, 2*, 449-473.

Johnstone, A. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 1*(1), 9-15.

Jones, O. A. H. (2018). Chirality-2: Development of a Multilevel Mobile Gaming App To Support the Teaching of Introductory Undergraduate-Level Organic Chemistry. *Journal of chemical education, 95*, 1216-1220.

Junior, J. N. d. S. (2020). Reactions: An Innovative and Fun Hybrid Game to Engage the Students Reviewing Organic Reactions in the Classroom. *Journal of chemical education, 97*(3), 749-753.

Junior, J. N. S. (2018). Nomenclature Bets: An Innovative Computer-Based Game To Aid Students in the Study of Nomenclature of Organic Compounds. *95*, 2055-2058.

Junior, J. N. S. (2020). Time Bomb Game: Design, Implementation, and Evaluation of a Fun and Challenging Game Reviewing the Structural Theory of Organic Compounds. *Journal of chemical education, 97*, 565-570.

Lee, K. (2018). A Study on the Application of Google Classroom for Problem-Based Learning. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 19*(7), 81-87.

Locatelli, S. W. (2014). The monitoring of an introductory class on geometrical isomerism by metavisual incidents. *Journal of Science Education, 15*(2), 62-65.

Majumdar, A. (2016). Game Based Mobile Learning: A New Revolution in eLearning. Retrieved from https://www.linkedin.com/pulse/game-based-mobile-learning-new-revolution-elearning-arunima-majumdar

Maslow, A. H. (1970). *Motivation and Personality* (2). New York: Harper & Row.

Missildine, K. (2013). Flipping the Classroom to Improve Student Performance and Satisfaction. *Journal of Nursing Education, 52*(10), 597-599.

Mooring, S. R. (2016). Evaluation of a Flipped, Large-Enrollment Organic Chemistry Course on Student Attitude and Achievement. *Journal of chemical education, 93*, 1972−1983.

Porter, M. E., และ Heppelmann, J. E. (2017). How Does Augmented Reality Work? https://hbr.org/2017/11/how-does-augmented-reality-work#:~:text=Augmented%20reality%20starts%20with%20a,which%20analyzes%20the%20video%20stream.

Schmidt, H. J. (1995). Student Misconceptions –Looking for a Pattern. *Science Education, 81*(2), 123-135.

Shattuck, J. C. (2019). *Benefits of a Partially Flipped Organic Chemistry Course to Student Perceptions and Learning* ACS Symposium Series (1336). The United States of America: American Chemical Society.

Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Century.

Sparks, S. D. (2011). Lectures Are Homework in Schools Following Khan Academy Lead. Retrieved from https://www.edweek.org/ew/articles/2011/09/28/05khan_ep.h31.html

Stopnicki, A. (2012). Concept Presentation Summary Group E: Hydrocarbons: Isomers. Retrieved from https://studylib.net/doc/10140178/concept-presentation-summary-group-e--hydrocarbons--isomers

Tee, N. Y. K. (2018). Developing and Demonstrating an Augmented Reality Colorimetric Titration Tool. *Journal of chemical education, 95*(3), 393-399.

The College Board. (2020). Score Reports. Retrieved from

https://collegereadiness.collegeboard.org/about/scores

Tune, J. D. (2013). Flipped classroom model improves graduate student performance in cardiovascular, respiratory, and renal physiology. *advances in physiology education, 37*(4), 316-320.

Voštinár, P. (2017). *USING APP INVENTOR FOR CREATING EDUCATIONAL APPLICATIONS*. Paper presented at the 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona, Spain.

Wiedenmaier, S. (2013). Augmented Reality (AR) for Assembly Processes Design and Experimental Evaluation. *International Journal of Human–Computer Interaction, 16*(3), 497-514.

Winter, J. (2016). Chairs!: A Mobile Game for Organic Chemistry Students To Learn the Ring Flip of Cyclohexane. *Journal of chemical education, 93*, 1657-1659.

กรสุวรรณ์ ศดิสสุวรรณกุล, ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง, และ ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อบริหารจัดการครุภัณฑ์โสตทัศนอุปกรณ์สำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 13*(2), 73-84.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.*2560)* ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กิรณา อึ้งสกุล, โสพล มีเจริญ, และ สุรพล บุญลือ. (2556). การสร้างวิธการสอนของโพลยาร่วมกับแอพพลิเคชั่นบนคอมพิวเตอร์พกพา (*Tablet)* เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์. Paper presented at the การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มทร.ตะวันออก มรภ.กลุ่มศรีอยุธยาและราชนครินทร์วิชาการและวิจัย, ชลบุรี. http://old.rmutto.ac.th/fileupload/Wannasa%20Balsong6poster370-460.pdf

จตุรภัทร ประทุม. (2557). แนวทางการจัดการเรียนการสอนด้วย GOOGLE CLASSROOM. สืบค้นจาก http://oho.ipst.ac.th/google-classroom-learning-approach/

จรรยา ดาสา. (2553). หลักการออกแบบข้อสอบวินิจฉัยตัวเลือก 2 ระดับ เพื่อประเมินแนวคิดของผู้เรียน (Two-tier Multiple Choice Diagnostic Test). นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 38,* 64-66.

จักรชัย โสอินทร์, พงษ์ศธร จันทร์ยอย, และ ณัฐณิชา วีระมงคลเลิศ. (2555). *Android App Development* ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์.

จันจิรา จุลรังสี, และ เฉลิมพร ทองพูน. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง โมล ด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, *31*(2), 99-116.

จันทิมา ปัทมธรรมกุล. (2557). Flipped Classroom. สืบค้นจาก https://piyanutphrasong025.wordpress.com/

จิรัชยา สมบูรณ์ชัย. (2560). Google Classroom เครื่องมือช่วยให้การเรียนการสอนทได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น. สืบค้นจาก https://erp.mju.ac.th/openFile.aspx?id=Mjk4ODQw&method=inline

จิราภรณ์ ปกรณ์. (2560). AR (Augmented Reality) เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกแห่งความจริง. https://www.scimath.org/article-technology/item/7755-ar-augmented-reality

เจษฎา ราษฎร์นิยม, สุทธิพงศ์ บุญผดุง, และ ธรรศนันต์ อุนนะนันทน์. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้การบ้านออนไลน์ในรายวิชาเคมีอินทรีย์สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนน การบ้านออนไลน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.

ชัยพร สุวรรณประสพ. (2562). เว็บแอปพลิเคชันวีดิทัศน์ปฏิสัมพันธ์เพื่อการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา, *13*(2), 57-72.

ชัยภัทร ศรีขจร. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนำตนเองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสังคมศึกษาและความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ชูศรี วงศ์รัตนะ, และ องอาจ นัยพัฒน์. (2553). แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองและสถิติวเคราะห์ : แนวคิดพื้นฐานและวิธีการ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, และ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, *12*(2), 118-132.

ทิศนา แขมมณี. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

ทิศนา แขมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มี

ประสิทธิภาพ. (2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธงชัย แก้วกิริยา. (2558). การออกแบบและพัฒนาบทเรียน M-learn รูปแบบเกมมัลติมีเดียสำหรับ iOS และ Android. วารสารร่มพฤกษ์, *33*(1).

ธณัฏฐา คงทน, บุญนาค สุขุมเมฆ, และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2559). การพัฒนาแนวคิดเรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, *7*(1), 48-61.

ธัญญาพร เจียศิริพันธ์. (2558). ผลของการเรียนรู้จากสื่อเออาร์แบบจัดกระทำในสถานการณ์จำลองที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ธาดา รัชกิจ. (2562). การบริหารจัดการคนเก่งในองค์กร (Talent Management). สืบค้นจาก th.hrnote.asia/ orgdevelopment/190114-th-talentmanagement/

ธีรพงศ์ แก่นอินทร์. (2545). ผลของวิธีสอนแบบโครงการต่อเจตคติ ความพึงพอใจ คุณลักษณะอื่นและระดับผลการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. สงขลานครินทร์, *8*, 34-35.

นครินทร์ สุกใส. (2561). ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเกมมิฟิเคชันที่มีต่อความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นวิน ครุธวีร์, และ พรชนก ชโลปกรณ์. (2564). การพัฒนาแอปพลิเคชันโมเดล 3 มิติ เพื่อการเรียนรู้อุปกรณ์ พื้นฐานห้องปฏิบัติการเคมีด้วยเทคนิคความจริงเสริม. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, *15*(2), 78-94.

นัสรินทร์ บือซา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (*STEM Education)* ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

นิภา เมธาวีชัย. (2542). สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

เบญจพร สุคนธร. (2561). แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ปราณี กองจินดา. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิด

เลขในใจ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบซิปปา โดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.

ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์. (2546). เอกสารคำสอนระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา. ปัตตานี: ฝ่ายเทคโนโลยีการศึกษา สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรทิพย์ วงศ์สินอุดม. (2558). การพัฒนาแอปพลิเคชันบทเรียนบนคอมพิวเตอร์พกพา ร่วมกับการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ *3* จังหวัดเพชรบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

พรพิมล รอดเคราะห์. (2558). การวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (7). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พัชฎา บุตรยะถาวร. (2558). ผลการสอนของวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์กับวิธีการสอนแบบสืบเสาะ เรื่อง ระบบไหลเวียนเลือด. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิสุทธา อารีราษฎร์. (2550). การพัฒนาซอฟท์แวร์ทางการศึกษา. มหาสารคาม: อภิชาตการพิมพ์.

ไพรัชนพ วิริยวรกุล, และ ดวงกมล โพธิ์นาค. (2557). Google Apps for Education นวัตกรรมทางการศึกษายุคดิจิทัล. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยสวนดุสิต สาขาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, *7*(3), 103-112.

ไพโรจน์ คะเชนทร์. (2556). การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. สืบค้นจาก http://priroj.orgfree.com/

ภาณุวัฒน์ วรพิทย์เบญจา, จำรัส กลิ่นหนู, และ ณรงค์ศักดิ์ ศรีสม. (2558). การพัฒนาแอพพลิเคชั่นการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนเสมือนจริงบนอุปกรณ์เคลื่อนที่. วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, *8*(2), 58-67.

ภาสกร เรืองรอง, และ มลชยา หวานชะเอม. (2558). การใช้เทคโนโลยี *Google Apps* ในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ยืน ภู่วรวรรณ, และ สมชาย นำประเสริฐชัย. (2546). ไอซีทีเพื่อการศึกษา (2). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด

ยูเคชั่น.

เยาวพา เดชะคุปต์. (2546). การจัดการศึกษาสาหรับเด็กปฐมวัย. กรุงเทพฯ: แม็ค.

รุสดา จะปะเกีย. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา และความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2553). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (11). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลัลน์ลลิต เอี่ยมอำนวยสุข. (2556). การสร้างสื่อบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เรื่อง การเคลื่อนไหวในระบบดิจิตอลเบื้องต้น ที่ใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

วรศักดิ์ เพียรชอบ. (2558). ประมวลบทความพลศึกษา สุขศึกษา นันทนาการ และวิทยาศาสตร์การกีฬา: ม.ป.ท. : ม.ป.พ.,.

วรัทยา มณีรัตน์. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

วิจารณ์ พานิช. (2556). ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง. กรุงเทพฯ: เอสอาร์พริ้นติ้งแมสโปรดักส์.

วิภาวี ทะนานทอง, และ ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต. (2561). การเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะตีมศึกษากับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, *9*(2), 119-131.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2559). การพัฒนาเกมแทนแกรมร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, *18*(4), 56-68.

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว. (2558). การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องอ้อยสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). ระบบประกาศผลสอบ. สืบค้นจาก https://www.niets.or.th/th/catalog/view/2989

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *6* เล่ม *5* กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว

2249.

สมพร เชื้อพันธ์. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5* โดยใช้วิธีจัดการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555). คู่มืออบรมปฏิบัติการบูรณาการบูรณาการใช้คอมพิวเตอร์พกพา(*Tablet)* เพื่อยกระดับการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม แห่งชาติฉบับที่*12 (พ.ศ.2560 - 2564)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สุธิสา แก้วนุ้ย. (2556). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา อินทรีย์เคมี เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีร้อยเอ็ด. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, *8*(1), 37-54.

สุรเชษฐ์ จันทร์งาม, และ พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2561). รูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านผสานด้วยความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี, *12*(29), 231-240.

สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). ห้องเรียนกลับทาง : ห้องเรียนมิติใหม่ในศตวรรษที่ 21. สืบค้นจาก http://www.mbuisc.ac.th/phd/academic/flipped%20classroom2.pdf

สุวณี อึ่งวรากร. (2558). ครู: อภิวัฒน์การเรียนรู้สู่คุณภาพการศึกษาในศตวรรษที่ 21. วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้, *2*(1), 65-58.

อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ. (2535). ความพึงพอใจของสมาชิกที่มีต่อบทบาทของสหกรณ์การเกษตรสารภี จำกัด. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่.

อรอนงค์ แคนจา. (2558). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, *1*(8), 3108-3117.

อัมพวา รักบิดา. (2549). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.

เอกวิทย์ สิทธิวะ, และ วรชนันท์ ชูทอง. (2558). คู่มือการใช้งานการอบรมการใช้นวัตกรรม *Google Classroom* ในการเรียนการสอนของอาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

ด้านเนื้อหา

อาจารย์ ดร. กุลวดี ดลโสภณ	อาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร. อิทธิพล สังเวียนวงศ์	อาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน

อาจารย์ ดร. จิรพิพัฒน์ ธัญพงษ์ภัทร	อาจารย์ วิทยาลัยศิลปะ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ด้านการสอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

อาจารย์ณัฏฐณี ศิริโชติ	ครู คศ.2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินแบบสอบถามเพื่อใช้สอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ
ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

ผลการประเมินแบบสอบถามเพื่อศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไอโซเมอร์

1. กลุ่มภูมิภาคโรงเรียนของผู้ประเมินแบบสอบถาม
    1.1 โรงเรียนมัธยมศึกษาภาคกลาง จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.00
    1.2 โรงเรียนมัธยมศึกษาภาคเหนือ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50
    1.3 โรงเรียนมัธยมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00
    1.4 โรงเรียนมัธยมศึกษาภาคใต้ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00
    1.5 โรงเรียนมัธยมศึกษาภาคตะวันออก จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50
    รวมทั้งหมด 40 คน
2. เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม
    2.1 เพศหญิง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00
    2.2 เพศชาย จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00
3. อายุ
    3.1 ต่ำกว่า 25 ปี
    3.2 25-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 47.50
    3.3 30-35 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.50
    3.4 มากกว่า 35 ปี คิดเป็นร้อยละ 10.00
4. วุฒิการศึกษา
    4.1 ระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 50.00
    4.2 ระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 50.00
    4.3 อื่นๆ
5. ประสบการณ์สอนในโรงเรียน
    5.1 ประสบการณ์สอน1-5 ปี คิดเป็นร้อยละ 45.00
    5.2 ประสบการณ์สอน6-10 ปี คิดเป็นร้อยละ 55.00
    5.3 ประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี

ตาราง 15 ผลการประเมินสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. ด้านปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน					
1.1 นักเรียนขาดแรงจูงใจ ขาดความกระตือรือร้นในการเรียน	10	65	15	10	-
1.2 นักเรียนขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	35	45	15	5	-
1.3 นักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น	7.5	47.5	27.5	15	2.5
1.4 นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน	20	57.5	22.5	-	-
1.5 นักเรียนขาดพื้นฐานความรู้ทางด้านเคมี	7.5	47.5	37.5	7.5	-
1.6 นักเรียนมีปัญหาการอ่านเขียน และสื่อสารภาษาไทย	2.5	5	7.5	20	65
1.7 นักเรียนมีปัญหาการอ่านเขียน และสื่อสารภาษาต่างประเทศ	7.5	5	47.5	15	25
1.8 นักเรียนขาดเรียนเป็นประจำ	5	27.5	12	20	17.5
1.9 จำนวนนักเรียนมีมากเกินไปในแต่ละห้องเรียน	5	60	15	10	10
1.10 นักเรียนวางแผนศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในสาขาอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสาขาทางด้านวิทยาศาสตร์	10	57.5	17.5	12.5	2.5
2. ด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีของครูผู้สอน					
2.1 ครูผู้สอนขาดเทคนิควิธีการสอนที่ถูกต้องเหมาะสมและทันสมัย	10	57.5	17.5	12.5	2.5
2.2 ครูขาดทักษะด้าน IT และเทคโนโลยี		22.5	32.5	32.5	12.5
2.3 ขาดสื่อนวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอน	2.5	53.5	21.5	20	2.5

ตาราง 15 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
2.4 ขาดการสนับสนุนส่งเสริมการใช้สื่อการสอน	2.5	45	32.5	20	-
2.5 ขาดงบประมาณในการจัดซื้อสื่อการสอน	10	47.5	25	17.5	-
2.6 เนื้อหาวิชาเคมีมีความซับซ้อน เป็นนามธรรมมากกว่ารูปธรรม	30	47.5	20	2.5	-
2.7 เวลาในชั้นเรียนมีจำกัด	17.5	62.5	17.5	2.5	-
2.8 ในชั้นเรียนขาดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและครู		15	55	25	5
3. ด้านการใช้สื่อนวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์					
3.1 วีดิทัศน์	2.5	12.5	32.5	30	22.5
3.2 สไลด์ประกอบการสอน	72.5	12.5	10	2.5	2.5
3.3 บทเรียนออนไลน์	5	-	12.5	20	62.5
3.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	2.5	2.5	12.5	12.5	70
3.5 แอปพลิเคชันช่วยสอน	7.5	10	12.5	12.5	57.5
3.6 m-Learning	2.5	-	12.5	22.5	62.5
3.7 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	2.5	5	15	12.5	65
3.8 เอกสารประกอบการสอน	80	15	2.5	-	2.5
3.9 ใบงาน	80	15	-	-	5
3.10 ใบความรู้	72.5	17.5	5	-	5
3.11 โมเดล	32.5	15	32.5	12.5	7.5
4. การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี					
4.1 ท่านรู้จักการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านหรือไม่	รู้จักการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร้อยละ 85 ไม่รู้จักการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร้อยละ 15				

ตาราง 15 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
4.2 ท่านรู้จักการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในระดับใด	2.5	12.5	52.5	12.5	7.5
4.3 ท่านเคยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมีหรือไม่	เคยจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร้อยละ17.5 ไม่เคยจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร้อยละ 5				
5. ข้อดีสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี					
5.1 เพิ่มเวลาในการทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมอื่นในชั้นเรียนมากขึ้น	12.5	67.5	20	-	-
5.2 นำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน	55	37.5	5	2.5	-
5.3 นักเรียนสามารถเรียนล่วงหน้าหรือเรียนตามชั้นเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา	72.5	22.5	2.5	2.5	-
5.4 ช่วยให้นักเรียนรู้จักบริหารเวลา	17.5	77.5	2.5	2.5	-
5.5 เปลี่ยนเนื้อหาวิชาเคมีที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนขึ้น	15	40	32.5	10	2.5
5.6 เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอนเพิ่มขึ้น	17.5	62.5	15	2.5	2.5
6. ข้อเสียสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี					
6.1 นักเรียนและครูผู้สอนไม่คุ้นเคยกับวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน	12.5	42.5	37.5	5	2.5
6.2 มีข้อจำกัดด้านความพร้อมของเทคโนโลยีและสื่อที่ใช้	32.5	30	22.5	10	5
6.3 เพิ่มภาระงานให้ครูผู้สอน	5	37.5	47.5	10	-
6.4 วิธีการสอนนี้ไม่เหมาะสมกับนักเรียนที่ไม่ตั้งใจหรือไม่มีความรับผิดชอบในการเรียน	12.5	67.5	17.5	2.5	-

สรุปเนื้อหาที่เป็นปัญหาในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไอโซเมอร์ (เรียงลำดับจากมากไปน้อย)

1) การพิจารณาว่าเป็นไอโซเมอร์กันหรือไม่ จำนวน 22 คน

2) การเขียนโครงสร้างของไอโซเมอร์

2.1) ไอโซเมอร์แบบโครงสร้าง จำนวน 21 คน

2.2) Stereoisomerism จำนวน 21 คน

3) การอ่านชื่อไอโซเมอร์ จำนวน 3 คน

4) สมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของไอโซเมอร์ จำนวน 1 คน

ภาคผนวก ค

ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ในหัวข้อ ความหมายและประเภทของไอโซเมอร์

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
1. ด้านจุดประสงค์						
1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. ด้านเนื้อหา						
2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. ด้านการใช้ภาษา						
3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
3.2 ความถูกต้องการของใช้ภาษา	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน						
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับการประเมินผล	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. ด้านการประเมินผล						
5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5.2 การประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้					0.86	ใช้ได้

ตาราง 17 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ในหัวข้อ ไอโซเมอร์โครงสร้าง

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
1. ด้านจุดประสงค์						
1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. ด้านเนื้อหา						
2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	0	+1	0	1	0.33	ปรับปรุง
2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. ด้านการใช้ภาษา						
3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3.2 ความถูกต้องการของใช้ภาษา	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน						
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับการประเมินผล	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. ด้านการประเมินผล						
5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5.2 การประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้					0.82	ใช้ได้

ตาราง 18 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ในหัวข้อ สเตอริโอไอโซเมอร์

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
1. ด้านจุดประสงค์						
1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. ด้านเนื้อหา						
2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. ด้านการใช้ภาษา						
3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	+1	+1	0	1	0.67	ปรับปรุง
3.2 ความถูกต้องการของใช้ภาษา	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน						
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับการประเมินผล	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. ด้านการประเมินผล						
5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.2 การประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้					0.84	ใช้ได้

ตาราง 19 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์ ในหัวข้อ การประยุกต์ความรู้ไอโซเมอร์

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
1. ด้านจุดประสงค์						
1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. ด้านเนื้อหา						
2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. ด้านการใช้ภาษา						
3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	+1	0	+1	2	0.67	ปรับปรุง
3.2 ความถูกต้องการของใช้ภาษา	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน						
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับการประเมินผล	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. ด้านการประเมินผล						
5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5.2 การประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้					0.82	ใช้ได้

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ด้านการออกแบบ

รายการประเมิน	คะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3			
1. ด้านเนื้อหาบทเรียน						
1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์	5	4	4	13	4.33	ดี
1.2 ความชัดเจนของบทเรียน	5	4	4	13	4.33	ดี
1.3 เวลาในการนำเสนอบทเรียน	4	4	4	12	4.00	ดี
1.4 ความสำคัญและทันสมัยของเนื้อหาบทเรียน	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
2. ด้านส่วนประกอบของมัลติมีเดีย						
2.1 หน้าจอมีสัดส่วนที่เหมาะสมสวยงาม และง่ายต่อการใช้	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
2.2 ภาพมีความชัดเจนสอดคล้องกับเนื้อหา และมีความสวยงาม	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
2.3 คุณภาพการใช้เสียงและดนตรีประกอบมีความเหมาะสมชัดเจน น่าสนใจ	4	4	5	13	4.33	ดี
3. ด้านตัวอักษรและสี						
3.1 ลักษณะของสี และขนาดตัวอักษร มีความชัดเจนอ่านง่าย	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
3.2 ความชัดเจนของตัวอักษรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
4. การออกแบบปฏิสัมพันธ์						
4.1 การโต้ตอบผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ	4	4	4	12	4.00	ดี
4.2 การควบคุมเส้นทางการเรียนของบทเรียน (Navigation) ชัดเจนถูกต้องตามหลักเกณฑ์ และสามารถย้อนกลับไปยังบทเรียนหรือไปยังคำถามได้ง่าย	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
4.3 การให้ความช่วยเหลือเหมาะสมตามความจำเป็น	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
4.4 การให้ผลย้อนกลับเสริมแรง	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม					4.54	ดีมาก

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน

รายการประเมิน	คะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3			
1. ด้านส่วนนำของบทเรียน						
1.1 การแนะนำของบทเรียนเพื่อให้ข้อมูลพื้นฐานแก่ผู้เรียน	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
2. ด้านเนื้อหาบทเรียน						
2.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์	5	4	4	13	4.33	ดี
2.2 กลยุทธในการถ่ายทอดเนื้อหามีความน่าสนใจ	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
2.3 ความชัดเจนของบทเรียน	5	4	4	13	4.33	ดี
2.4 เวลาในการนำเสนอบทเรียน	5	3	4	12	4.00	ดี
2.5 ความสำคัญและทันสมัยของเนื้อหาบทเรียน	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
3. ด้านส่วนประกอบของมัลติมีเดีย						
3.1 หน้าจอมีสัดส่วนที่เหมาะสมสวยงาม และง่ายต่อการใช้	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
3.2 เสียง และดนตรีประกอบมีความเหมาะสมชัดเจนน่าสนใจ	4	4	4	12	4.00	ดี
3.3 ลักษณะของสี และขนาดตัวอักษร มีความชัดเจนอ่านง่าย	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
3.4 ตัวอักษรชัดเจนเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม					4.57	ดีมาก

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์ ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	คะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3			
1. ด้านเนื้อหาวิชา						
1.1 จุดประสงค์กับเนื้อหาวิชามีความสอดคล้องกัน	5	5	4	14	4.67	ดีมาก
1.2 มีความถูกต้องตามหลักสูตร	5	4	4	14	4.67	ดีมาก
1.3 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการนำเสนอ	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.4 ปริมาณความเหมาะสมของเนื้อหาแต่ละบทเรียน	5	3	4	12	4.00	ดี
1.5 ความยากง่ายเหมาะสมต่อผู้เรียน	5	4	4	13	4.33	ดี
2. ด้านความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหา						
2.1 มีการลำดับขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจน	4	4	4	12	4.00	ดี
2.2 ความชัดเจนของเนื้อหา	4	4	5	13	4.33	ดี
2.3 การเรียงลำดับของเนื้อหามีความเหมาะสม	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
3. ด้านการใช้ภาษา						
3.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4	4	4	12	4.00	ดี
3.2 ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย	4	4	4	12	4.00	ดี
3.3 ใช้ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	4	4	12	4.00	ดี
4. ด้านแบบทดสอบรูปแบบเกม						
4.1 ความชัดเจนของคำสั่งและคำถามของแบบทดสอบ	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
4.2 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์	5	4	4	13	4.33	ดี
4.3 ความเหมาะสมของจำนวนแบบทดสอบต่อบทเรียน	4	4	4	12	4.00	ดี
4.4 ความเหมาะสมของแบบทดสอบที่นำมาทำรูปแบบเกม	5	4	4	13	4.33	ดี
4.5 สามารถเลือกระดับความยากง่ายของคำถามให้เหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน	3	4	4	11	3.67	ปานกลาง
4.6 ความถูกต้องของการสรุปผลคะแนน	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม					4.37	ดี

ตาราง 23 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
1	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
เหตุผล 1	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
เหตุผล 5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 6	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
7	0	0	+1	1	0.33	ปรับปรุง
เหตุผล 7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
เหตุผล 10	+1	0	+1	3	0.67	ใช้ได้
11	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
เหตุผล 11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
เหตุผล 12	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 13	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 14	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 15	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
เหตุผล 17	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
18	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
เหตุผล 18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
เหตุผล 23	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
24	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
เหตุผล 24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
26	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
เหตุผล 26	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
เหตุผล 29	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
32	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
เหตุผล 32	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
33	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
เหตุผล 33	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 34	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 36	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
เหตุผล 38	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
39	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
เหตุผล 39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เหตุผล 40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (*p*) ค่าอานาจจำแนก (*r*) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไอโซเมอร์

ข้อที่	ค่าความยาก (*p*)	ค่าอำนาจจำแนก (*r*)	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
1	0.50	0.36	ใช้ได้	√
2	0.70	0.56	ใช้ได้	√
3	0.50	0.28	ใช้ได้	
4	0.87	0.44	ปรับปรุง	
5	0.80	0.34	ใช้ได้	
6	0.63	0.60	ใช้ได้	√
7	0.93	0.14	ปรับปรุง	
8	0.77	0.55	ใช้ได้	√
9	0.87	0.04	ปรับปรุง	
10	0.70	0.22	ใช้ได้	
11	0.93	0.10	ปรับปรุง	
12	0.63	0.40	ใช้ได้	√

ตาราง 24 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (*p*)	ค่าอำนาจจำแนก (*r*)	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
13	0.50	0.43	ใช้ได้	√
14	0.53	0.41	ใช้ได้	√
15	0.80	0.03	ปรับปรุง	
16	0.53	0.65	ใช้ได้	√
17	0.83	0.50	ปรับปรุง	
18	0.97	0.31	ปรับปรุง	
19	0.73	0.40	ใช้ได้	√
20	0.50	0.54	ใช้ได้	√
21	0.33	0.51	ใช้ได้	√
22	0.47	0.08	ปรับปรุง	
23	0.37	0.43	ใช้ได้	√
24	0.57	0.61	ใช้ได้	√
25	0.37	0.38	ใช้ได้	√
26	0.47	0.56	ใช้ได้	√
27	0.73	0.36	ใช้ได้	√
28	0.77	0.08	ปรับปรุง	
29	0.60	0.62	ใช้ได้	√
30	0.40	0.30	ใช้ได้	√
31	0.73	0.18	ปรับปรุง	
32	0.30	0.06	ปรับปรุง	
33	0.50	0.05	ปรับปรุง	
34	0.83	0.72	ปรับปรุง	
35	0.67	0.38	ใช้ได้	√
36	0.63	0.85	ใช้ได้	√
37	0.80	0.33	ใช้ได้	
38	0.37	0.34	ใช้ได้	

ตาราง 24 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (*p*)	ค่าอำนาจจำแนก (*r*)	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
39	0.70	0.30	ใช้ได้	
40	0.93	0.38	ปรับปรุง	

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.77 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไปโดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้มี 20 ข้อ และนำไปหาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.88 ซึ่งในการคัดเลือกข้อสอบนั้นผู้วิจัยได้คำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย

ภาคผนวก ง

ผลคะแนนสอบของนักเรียนที่ได้จากการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 25 ผลคะแนนสอบของนักเรียนที่ได้จากการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน 80 คะแนน			คะแนนหลังเรียน 80 คะแนน		
	ปรนัย 20 คะแนน	การให้เหตุผล 60 คะแนน	รวม	ปรนัย 20 คะแนน	การให้เหตุผล 60 คะแนน	รวม
1	9	17	26	14	39	53
2	11	6	17	13	31	44
3	10	4	14	12	28	42
4	5	7	12	13	39	52
5	8	3	11	13	35	48
6	10	13	23	14	41	55
7	6	7	13	11	31	42
8	9	15	24	16	35	51
9	8	0	8	14	25	39
10	5	7	12	15	15	30
11	10	19	29	16	37	53
12	10	23	33	19	40	59
13	9	17	26	15	38	53
14	11	13	24	17	42	59
15	8	14	22	15	36	51
16	12	20	32	17	47	64
17	8	13	21	13	36	49
18	6	9	15	13	27	40
19	9	18	27	14	30	44
20	10	23	33	15	28	43
21	14	15	29	19	44	63
22	13	17	30	16	30	46
23	8	10	18	14	35	49
24	11	22	33	18	37	55

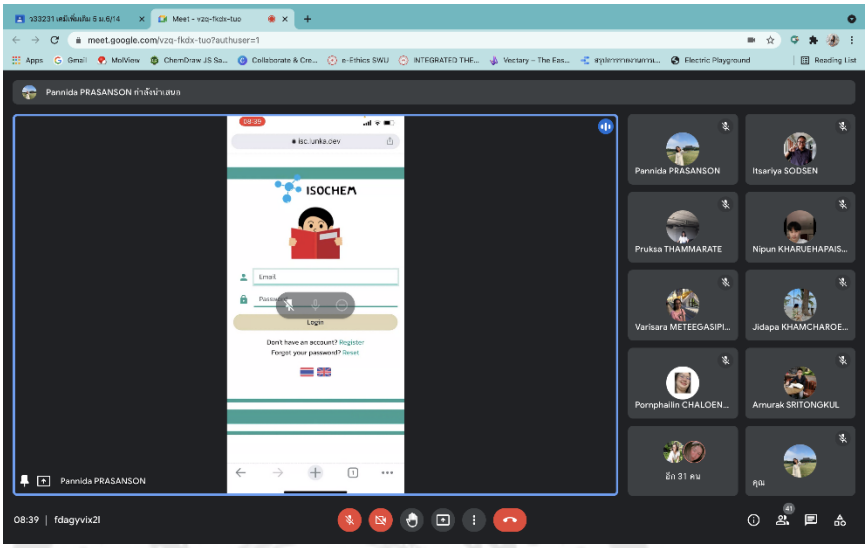
ตาราง 25 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน 80 คะแนน			คะแนนหลังเรียน 80 คะแนน		
	ปรนัย 20 คะแนน	การให้เหตุผล 60 คะแนน	รวม	ปรนัย 20 คะแนน	การให้เหตุผล 60 คะแนน	รวม
25	13	18	31	17	43	60
26	10	21	31	15	42	57
27	10	14	24	14	30	34
28	11	13	24	16	40	56
29	10	18	28	15	42	57
30	13	20	32	17	41	58
รวม		711			1511	
$\bar{X}$		23.70			50.37	
SD		7.76			8.05	
ร้อยละ		60.00			56.67	

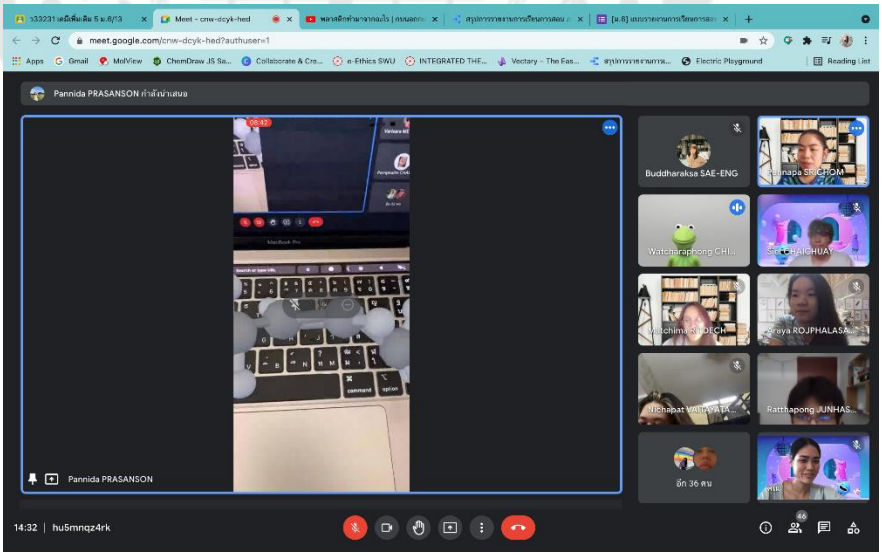
ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แอปพลิเคชันเกม เรื่อง ไอโซเมอร์
ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

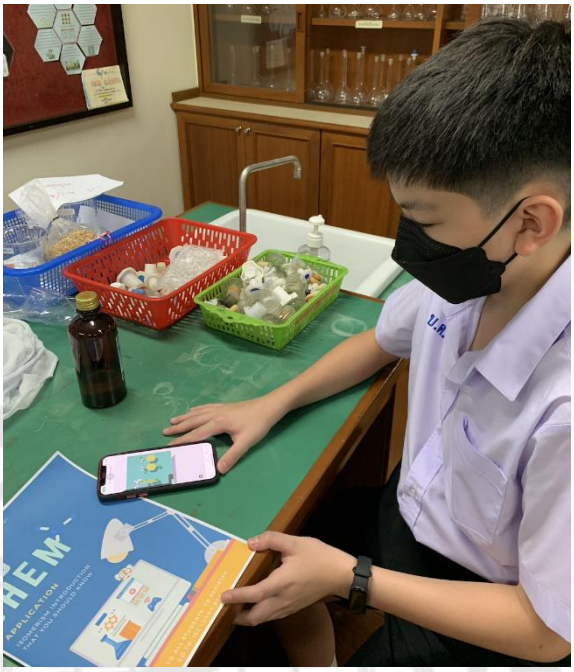
ภาพประกอบการแนะนำแอปพลิเคชัน ISOCHEM



ภาพประกอบการใช้แอปพลิเคชัน ISOCHEM



ภาพประกอบการใช้แอปพลิเคชัน ISOCHEM ในการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน



ภาพประกอบการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ปัณณิดา ประสานสอน
วัน เดือน ปี เกิด	29 สิงหาคม 2533
สถานที่เกิด	อุบลราชธานี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2549 มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จ.อุบลราชธานี พ.ศ.2552 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จ.อุบลราชธานี พ.ศ.2558 ปริญญาตรีการศึกษาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์-เคมี (กศ.บ.) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ