



.....
**การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์
ด้วยโปรแกรม SketchUp และ Pixlive Maker**

**The Development of Augmented Reality Learning Media in Functional Group
of Organic Chemistry by SketchUp and Pixlive Maker**

Received: March 1, 2022

Revised: March 15, 2022

Accepted: March 30, 2022

กรรณิกา เงินบุตรโคตร และคณะ*
Kannika Ngoebudkote, et al.

บทคัดย่อ

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ด้วยโปรแกรม SketchUp และ Pixlive Maker นี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้รายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้รายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือสื่อความเป็นจริงเสริมเรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มการทดลองกลุ่มเดียว วิเคราะห์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 ของสื่อความเป็นจริงเสริม กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 85/85 ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพของสื่อความเป็นจริงเสริมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\mu=4.91$) 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้สื่อความเป็นจริงเสริมในการเรียนรู้เรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 21.50 และ 3) ประสิทธิภาพของสื่อความเป็นจริงเสริมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 เท่ากับ 90.73/85.25

คำสำคัญ : สื่อการเรียนรู้/ ความเป็นจริงเสริม/ สารอินทรีย์

* อาจารย์, กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร Lecturer, Science and Technology, Wat Phrasimhadhat Secondary Demonstration School, College of Teacher Education, Phranakhorn Rajabhat University, Thailand และคณะผู้ร่วมวิจัยได้แก่ 1) อาจารย์พีรพงศ์ บุญฤกษ์ (Pheeraphong Bunroek) 2) อาจารย์นุสรามุหะหมัด (Nussara Muhamad) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร Lecturer, Science and Technology Wat Phrasimhadhat Secondary Demonstration School, College of Teacher Education, Phranakhorn Rajabhat University, Thailand Corresponding Author, E-mail: pheeraphong@pnru.ac.th



Abstract

The objectives of development of augmented reality learning media in functional group of organic Chemistry by SketchUp and Pixlive Maker were 1) to develop chemistry augmented reality learning media in functional groups of organic chemistry, 2) to study the learning achievement, and 3) to assess the effectiveness of the chemistry augmented reality learning media in functional groups of organic chemistry. The research tools were the chemistry augmented reality learning media, exercises, and the achievement pre-test and post-test. The population consisted of 40 Grade 12 students in science - mathematics major of 1st Semester, academic year 2021 at Wat Phrasimhadhat Secondary Demonstration School, Phranakhon Rajabhat University. The data were analyzed by the efficiency (E_1/E_2) of the chemistry augmented reality learning media, mean, standard deviation, and percentage. The research results revealed that 1) The quality of the chemistry augmented reality learning media was the most appropriate ($\mu=4.91$). 2) The post-test of the grade 12 students who studied functional groups of organic chemistry by using chemistry augmented reality learning media was 21.5 percent higher than the pre-test. 3) The efficiency of the chemistry augmented reality learning media was higher than the specified criterion. E_1/E_2 was 90.73/85.25.

Keywords : Learning Media/ Augmented Reality/ Organic Substant

บทนำ

การศึกษาในโลกยุคปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วตามสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างไม่หยุดยั้ง เมื่อมองย้อนกลับไปที่การเรียนที่เน้นในห้องเรียนเป็นจุดศูนย์กลาง ผู้สอนถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน เขียนการบ้านลงสมุด การติดต่อสื่อสารผ่านโทรศัพท์มือถือ นักเรียนสอบถามงานจากเพื่อนทางโทรศัพท์ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยในระบบอินเทอร์เน็ตยังไม่แพร่หลาย ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตเหมือนในปัจจุบัน ณ รัชภัฏสร ฐิตีพัทธกุล (Thitipattakul, 2021) ได้กล่าวไว้ว่าการติดต่อผ่านโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ที่ยังไม่ได้อยู่บนสมาร์ตโฟนและยังมองว่าอยู่ห่างไกลกับการใช้ในชีวิตประจำวัน แม้กระทั่งในปัจจุบันนั้นเหมือนปัจจัยที่ 5 ในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ทำให้พบว่าขณะนี้หลายอย่างในสังคมเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากมาย และกำลังถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในปัจจุบัน ทำให้อาจารย์ในยุคเก่าต้องปรับตัวให้เท่าทันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีให้ทันเพราะในปัจจุบันนี้นักเรียนสนใจเรียนรู้เรื่องใด สิ่งแรกที่นักเรียนจะทำการค้นหาผ่านอินเทอร์เน็ตที่มีข้อมูลให้เข้าได้จากทั่วโลกได้อย่างหลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ออนไลน์ได้ทุกหัวข้อและเข้าถึงข้อมูลจากทั่วโลก เรียนด้วยตนเองได้ทุกที่ ทุกเวลาทั้งบนมือถือ แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทำให้เสมือนเป็นกระบวนการเร่งการเปลี่ยนแปลงให้เข้าสู่สังคมยุคใหม่ที่ต้องมีการใช้เทคโนโลยีมากขึ้นอย่างมาก และหากมองไปอีก 10 ปีข้างหน้าย่อมมีโอกาสที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลง



.....
แบบก้าวกระโดดและอาจคาดไม่ถึงก็เป็นได้ ไม่เพียงแต่เปลี่ยนแปลงสำหรับการใช้เทคโนโลยี แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบของสังคมโลก โดยการศึกษาของเยาวชนนั้นจะหยุดอยู่กับที่หรือพัฒนาไม่ทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลกย่อมเป็นสิ่งที่ไม่ควรเกิดขึ้น ดังนั้น ในการศึกษาในสถานการณ์ที่มีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่ยังไม่มีทีท่าว่าจะสิ้นสุดในเวลาอันสั้นนี้ โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Office of the Basic Education Commission, 2021) ได้กำหนดนโยบายในการเรียนของนักเรียนในหลากหลายรูปแบบ โดยขึ้นกับสถานการณ์ในแต่ละพื้นที่ว่ามีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อมากน้อยเพียงใด โดยกำหนดให้โรงเรียนจัดการเรียนการสอนใน 5 รูปแบบ ได้แก่ 1. On Site คือให้มาเรียนตามปกติ แต่ต้องมีการเว้นระยะ 2. On Air คือการออกอากาศผ่าน DLTV โดยใช้โรงเรียนวังไกลกังวลเป็นหลักในการกระจายการสอน 3. Online ให้ครูเป็นผู้จัดการเรียนการสอนผ่านเครื่องมือที่ไปสู่นักเรียน 4. On Demand เป็นการใช้งานผ่านแอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่ครูกับนักเรียนใช้ร่วมกัน และ 5. On Hand หากจัดในรูปแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมาไม่ได้ ให้จัดใบงานให้กับนักเรียน เป็นลักษณะแบบเรียนสำเร็จรูป เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนได้อย่างต่อเนื่อง โดยการสอนออนไลน์เป็นรูปแบบที่ถูกใช้ในการจัดการเรียนการสอนจำนวนมากที่สุด

ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์นั้น ได้จัดหลักสูตรการศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ ทำให้ผู้สอนต้องเน้นที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากการค้นพบความรู้และกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนสามารถปฏิบัติไปพร้อมกับการเรียนรู้และเกิดองค์ความรู้หลังจากการเรียนรู้ และวิธีที่จะทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติไปพร้อมกับการเรียนรู้ได้นั้นคือการสร้างสื่อการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคโนโลยีในยุคปัจจุบันที่ทันสมัย สามารถดึงดูดความสนใจจากนักเรียนและทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือศึกษาด้วยตนเองโดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำตามหลักการของการเรียนรู้เชิงรุก สื่อการเรียนรู้ที่สามารถพานักเรียนไปค้นหาความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพคือสื่อที่สามารถแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้ถูกนิยามขึ้นโดย (Ronald T. Azuma, 1997: 335-385) ซึ่งเป็นผู้คิดค้นและทำงานกับ Augmented Reality ที่เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความจริงและโลกเสมือน (Real and Virtual Environment) เข้าด้วยกัน โดยวิธีการซ้อนภาพสองมิติหรือสามมิติ โดยใจทิพย์ ณ สงขลา (Nasongkhla, 2018) อธิบายเพิ่มเติมว่า ความเป็นจริงเสริม (AR: Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่นำสื่อที่เคยเป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (Virtual World) เช่น วิดีโอ ภาพกราฟิก แอนิเมชัน รูปทรงสามมิติ ให้ซ้อนทับกันเข้ากับภาพในโลกแห่งความเป็นจริงที่ปรากฏบนมอนิเตอร์แสดงผล เป็นการผสมผสานระหว่างความเป็นจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์โดยศิริรัตน์ พริกสี (Phriksee, 2013: 17-18) ได้เริ่มนำนวัตกรรมเทคโนโลยี AR (Augmented Reality) หรือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มาใช้กับการเรียนการสอน ตั้งแต่ปี 2556 โดยเริ่มพัฒนาเป็นสื่อในหนังสือเรียนของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้เห็นภาพจาก 2 มิติ เป็น 3 มิติ เสริมสร้างความเข้าใจและการเรียนรู้ของนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีด้วยเทคโนโลยี AR โดยหลักการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนี้ประกอบด้วย รูปภาพหรือตัวหนังสือทำ



.....
หน้าที่เป็นป้ายสัญลักษณ์สำหรับการกำหนดจุดเพื่อให้กล้องหรืออุปกรณ์จับภาพที่ทำหน้าที่อ่านภาพนั้น ๆ และมี
ส่วนแสดงผลซึ่งอาจเป็นจอคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือจอโทรศัพท์สมาร์ทโฟน และแอปพลิเคชัน

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมมีการพัฒนาเพื่อใช้งานในหลากหลายสาขาวิชาซึ่ง
เกียรติภูมิ อุเหล่า และคณะ (U-Lao, Sirinontrung and Bojukrapan, 2016: 73-80) จัดการเรียนรู้วิชาเคมีใน
แบบวิถีใหม่ โดยใช้สื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัยและทำให้นักเรียนเห็นเป็นภาพสามมิติได้ นักเรียนจะสามารถ
เข้าถึงการเรียนรู้ได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้สำหรับพัฒนาสื่อการเรียนการ
สอนวิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์เท่ากับ 87.55/80.19 และนักเรียนที่ใช้สื่อ
การสอนจากเทคโนโลยีความจริงเสริมนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน
เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนนั้น นักเรียนมีความ
พึงพอใจในระดับมาก นอกจากนี้ นุชจิรา และคณะ (Dengwansri, et.al., 2016: 61-73) ยังใช้การจัดการเรียนรู้
แบบร่วมมือกับแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ตารางธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
4 โรงเรียนบ้านเขาใน โดยใช้แอปพลิเคชันตารางธาตุเคมีนิจจาและแอปพลิเคชันมาจองเคมีในกูเกิลเพลย์สโตร์
บนโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด สำหรับ
เทคโนโลยีความจริงเสริมนั้นไม่เฉพาะเจาะจงที่จะนำมาใช้ในด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้นแต่สามารถใช้ได้ในทุกศาสตร์
ที่ต้องการให้นักเรียนเห็นภาพสามมิติ โดยปภาณิน สินโน (Sinno, 2015: 87) สร้างชุดการสอนเกี่ยวกับความเป็น
จริงเสริม เรื่อง ชนิดพรรณไม้สำหรับนักเรียนประถม ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก
ที่สุด จะเห็นว่าในการนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน การพัฒนาสื่อ หรือการนำมาใช้
ร่วมกับการสอนในรายวิชาที่ต้องการให้นักเรียนสามารถเห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพที่ดี
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนดีขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงประโยชน์ของสื่อการเรียนรู้ที่ผสมผสานเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันเข้ากับเนื้อหา
วิชาเคมี ซึ่งหากมีสื่อการเรียนรู้ที่ดี จะทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้นและสามารถไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้
ได้ โดยในรายวิชาเคมี 5 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเคมีอินทรีย์ที่เน้นเกี่ยวกับการ
การเรียนรู้เรื่องโครงสร้างของสาร รูปร่างโมเลกุลและมีหมูฟังก์ชันที่หลากหลาย แต่มีหลายหมูฟังก์ชันที่มีรูปร่าง
คล้ายคลึงกัน ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนอยู่บ่อยครั้ง ดังนั้น หากมีภาพ 3 มิติ ที่สามารถมองเห็นและหมุนได้
โดยรอบ อาจจะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้จากภาพนั้นและมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้าง
ภาพหมูฟังก์ชันในรูปแบบ 3 มิติโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) มาเป็นสื่อการเรียนรู้
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาเคมี



วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม
- 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม
- 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้รายวิชาเคมีเรื่องหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมและวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนหลังเรียนของนักเรียนหลังจากได้ศึกษาจากสื่อการเรียนรู้

1) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ปีการศึกษา 2564 จำนวน 40 คน เนื่องจากมีนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์เพียงห้องเดียว จึงใช้เป็นกลุ่มศึกษาในลักษณะประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite population)

2) การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ผู้วิจัยคัดเลือกโครงสร้างทางเคมีของหมูฟังก์ชันจำนวน 9 ชนิด และวาดแบบโครงสร้างสารอินทรีย์ตามหมูฟังก์ชัน รวมทั้งหมด 20 โครงสร้าง โดยใช้โปรแกรม SketchUp สร้างโครงสร้าง 3 มิติและป้ายสัญลักษณ์ (Marker) ให้กับภาพโครงสร้างสารอินทรีย์ทั้งหมด 20 โครงสร้าง จากนั้นพัฒนาสื่อการเรียนรู้ AR สำหรับระบบปฏิบัติการ Android และ IOS โดยใช้โปรแกรม Pixlive Maker เมื่อผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินสื่อการเรียนรู้ ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบประเมินความคิดเห็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) เมื่อนำความคิดเห็นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยคุณภาพของสื่อการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 4.91 แปลความหมายของค่าเฉลี่ยในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 15 ข้อ เป็นแบบปรนัยจำนวน 4 ตัวเลือก เมื่อประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้ประเมินความสอดคล้อง ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของการจัดการเรียนรู้ และนำมาคำนวณค่า IOC ได้เท่ากับ 1.00 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เพื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ เมื่อพิจารณาข้อสอบที่คัดไว้จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง 0.20 – 0.70 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์ (b-index) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทั้งหมดมาคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ทั้งฉบับโดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett) อ้างถึงในล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (Saiyos and Saiyos, 1996: 236) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86



.....
2.3 แบบฝึกหัด เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกหัดจำนวน 10 ข้อ เป็นแบบปรนัยจำนวน 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนได้ทดลองทำระหว่างที่ใช้งานสื่อการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นกิจกรรมระหว่างเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้ประเมินความสอดคล้อง ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของการจัดการเรียนรู้ และนำมาคำนวณค่า IOC ได้เท่ากับ 1.00

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ผู้วิจัยพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ โดยใช้โปรแกรม SketchUp และ โปรแกรม Pixlive Maker

3.2 กำหนดเป้าหมาย ผู้วิจัยเจ้้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายของการวิจัย เกี่ยวกับการวิจัยและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.3 วัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว โดยใช้เวลาสอบ 50 นาที เก็บเป็นคะแนนก่อนเรียน

3.4 การใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ นำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ โดยให้นักเรียนโหลดแอปพลิเคชัน Pixlive และใช้อุปกรณ์สแกนภาพป้ายสัญลักษณ์ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น ก็จะมีภาพโครงสร้างทางเคมีปรากฏในลักษณะภาพ 3 มิติ โดยทำการศึกษาหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์จากโครงสร้างทั้งหมด 20 โครงสร้าง

3.5 วัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในระหว่างการศึกษาโครงสร้าง ด้วยการเก็บคะแนนแบบฝึกหัดจากสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ เพื่อนำไปใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ (E_1) ของสื่อการเรียนรู้

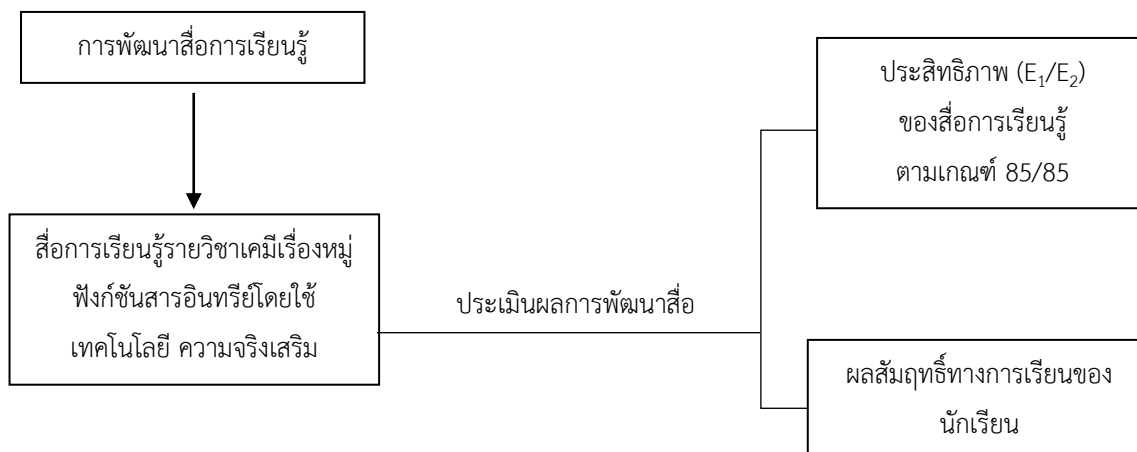
3.6 วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว โดยใช้เวลาสอบ 50 นาที และนำผลการสอบหลังเรียนที่ได้ไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพ (E_2) ของสื่อและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยวิธีการทางสถิติ

4) การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ หลังจากที่ได้ใช้ในการเรียนเรื่องหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์และนักเรียนได้ทำแบบฝึกหัด และสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ที่เรียนจากสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม นำข้อมูลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ ดังนี้ สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้สถิติวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย (μ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และค่าร้อยละ เปรียบเทียบข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85



5) กรอบแนวคิดในการวิจัย

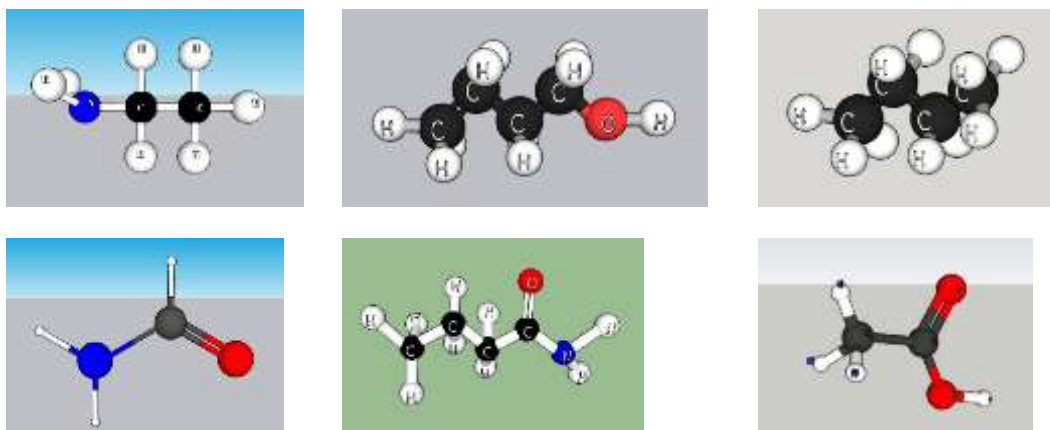


ภาพที่ 1 แผนภาพกรอบแนวคิดการวิจัย

ผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ภายใต้สถานการณ์ระบาดของไวรัส COVID-19 ระลอกใหม่ในรายวิชาเคมี 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารอินทรีย์ หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างของสารในรูปแบบ 3 มิติ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้เป็นโครงสร้างในรูปแบบ 3 มิติ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เห็นภาพของโครงสร้างอย่างชัดเจนและสามารถแยกประเภทของหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ได้ดียิ่งขึ้น ในการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โดยผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1) สื่อการเรียนรู้รายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โครงสร้างสารอินทรีย์ตามหมู่ฟังก์ชัน จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ แอลเคน แอลคีน แอลคายน์ แอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ แอลดีไฮด์ คีโตน เอมีน และเอไมด์ รวมทั้งหมด 20 โครงสร้าง ที่วาดด้วยโปรแกรม SketchUp แสดงตัวอย่างป้ายสัญลักษณ์ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างป้ายสัญลักษณ์ของสื่อความเป็นจริงเสริมที่วาดด้วยโปรแกรม SketchUp



.....
ผู้วิจัยได้ออกแบบสื่อความเป็นจริงเสริมเรื่องหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์จำนวน 20 โครงสร้าง โดยวาดภาพ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Sketchup และนำมาสร้างเป็นสื่อความเป็นจริงเสริมด้วยโปรแกรม Pixlive maker ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้ประเมินสื่อการเรียนรู้ ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบ ประเมินความคิดเห็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) เมื่อนำความคิดเห็นจากการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย คุณภาพของสื่อการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 4.91 แปลความหมายของค่าเฉลี่ยใน ระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีคุณภาพของสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์

ที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			$\bar{X}$	ความคิดเห็น
		1	2	3		
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	การแสดงผลชัดเจน	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
3	การเข้าใช้งานแอปพลิเคชันรวดเร็ว	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
4	การสื่อความหมายของสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
5	ความแตกต่างของโครงสร้างที่สามารถแยกได้ อย่างชัดเจน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมาก
6	ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
7	ประโยชน์ในการนำไปใช้ประกอบการสอนเรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย					4.91	เหมาะสมมากที่สุด

2) ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์นั้น โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ก่อนเรียนและหลังเรียนได้ผล ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

กลุ่มทดลอง	N	คะแนนเต็ม	μ	σ
ก่อนเรียน	40	10	6.38	2.50
หลังเรียน	40	10	8.53	1.08



.....
จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนจำนวน 40 คน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 6.38 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.50 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 8.53 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.08 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน โดยคะแนนหลังเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนก่อนเรียนร้อยละ 21.50

3) ประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้รายวิชาเคมีเรื่องหมูฟังก์ชันสารอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

ผู้วิจัยนำคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนกับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด โดยคะแนนแบบฝึกหัดวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนมีค่าเฉลี่ย 9.07 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.73 และคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 8.53 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.25 ดังนั้น สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 90.73/85.25 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพ E_1/E_2 ของสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์

	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	ประสิทธิภาพของผลโดยรวม (E_2)
เกณฑ์มาตรฐาน	85	85
ผลการวิเคราะห์	90.73	85.25
แปลผล	สูงกว่าเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์

ผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นั้น มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

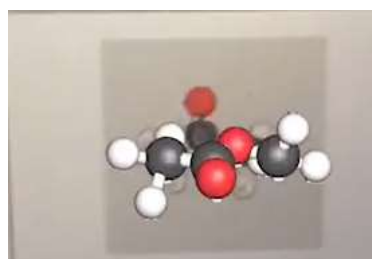
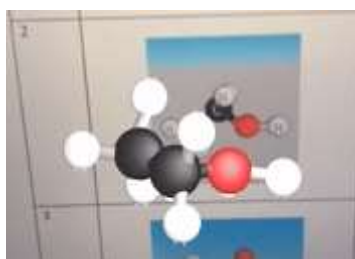
สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ออกแบบสื่อความเป็นจริงเสริมเรื่องหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์จำนวน 20 โครงสร้าง โดยวาดภาพ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม SketchUp และนำมาสร้างเป็นสื่อความเป็นจริงเสริมด้วยโปรแกรม Pixlive maker จำนวน 20 โครงสร้าง ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านได้ประเมินสื่อการเรียนรู้ ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของการจัดการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยคุณภาพของสื่อการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 4.91 แปลความหมายของค่าเฉลี่ยในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าหลังจากที่นักเรียนใช้สื่อความเป็นจริงเสริมในการเรียนรู้เรื่องหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์นั้น ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์มากยิ่งขึ้น มีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อคำนวณหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ของสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ มีค่าเท่ากับ 90.73/85.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 85/85



อภิปรายผลการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ AR ที่สร้างขึ้นนั้นเป็นรูปร่างโมเลกุลของสารอินทรีย์ในแต่ละหมู่ฟังก์ชันในลักษณะ 3 มิติ ที่ระบุสีเฉพาะของธาตุเหมือนกัน และสามารถทำให้ภาพ 2 มิติในกระดาษแสดงผลเป็นภาพ 3 มิติ ที่สามารถหมุนภาพได้ นักเรียนจะมองเห็นภาพได้รอบด้าน สามารถสังเกตหมู่ฟังก์ชันได้ชัดเจน เป็นการดึงดูดนักเรียนให้สามารถจดจ่ออยู่กับสิ่งที่เห็นอยู่ตรงหน้า และทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะสูตรโครงสร้างของหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น กรดอินทรีย์ คีโตน และเอสเทอร์ได้ดียิ่งขึ้น ตามที่ผู้วิจัยได้สร้างภาพ 3 มิติ และนำเข้าข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลเมื่อแสดงผลภาพ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรม Pixlive maker และ QR code ตัวอย่างการใช้งานแบบจำลองสามมิติที่สร้างขึ้น ดังภาพที่ 3 เมื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของสื่อจากการทดลองใช้งาน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 สำหรับเทคโนโลยีความจริงเสริมนั้นไม่เฉพาะเจาะจงที่จะนำมาใช้ในด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้นแต่สามารถใช้ได้ในทุกศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเห็นภาพ 3 มิติ



QR code ตัวอย่างการใช้
งานแบบจำลองสามมิติโดย
ใช้ โปรแกรม Pixlive
maker

ภาพที่ 3 การแสดงผลของสื่อความเป็นจริงเสริม (AR) ในโครงสร้างทางเคมีต่าง ๆ

สำหรับการใช้ความเป็นจริงเสริมมาสร้างภาพ 3 มิตินั้นมีการใช้งานอย่างแพร่หลายซึ่งปภาณิน สิ้นโน (Sinno, 2015: 87) สร้างชุดการสอนเกี่ยวกับความเป็นจริงเสริม เรื่อง ชนิดพรรณไม้สำหรับนักเรียนประถมที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด หากมองในภาพของการนำไปใช้นอกห้องเรียน เทคโนโลยีความจริงเสริมนั้นก็สามารถนำไปพัฒนาเป็นสื่อที่ใช้ในการท่องเที่ยวได้ โดยพัชรินทร์ บุญสมธป และคณะ(Boonsomthop, et al., 2020: 87-98) พัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสริมเป็นคู่มือท่องเที่ยวเพื่อเพิ่มมูลค่าและการเพิ่มเติมข้อมูลให้กับนักท่องเที่ยวตามสถานที่ท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ในเขตเมืองกาญจนบุรี โดยพัฒนาเป็นการท่องเที่ยวแบบดิจิทัล โดยนำเทคโนโลยีความจริงเสริมแทรกอยู่ระหว่างการอ่าน จะมีโมเดล 3 มิติ คลิปวิดีโอ ทำให้นักท่องเที่ยวได้รับความรู้ และน่าสนใจ น่าตื่นเต้นมากยิ่งขึ้นที่นักท่องเที่ยวจะได้เห็นภาพจริง



2. ในการเรียนเรื่องหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ที่ต้องใช้การสังเกตโครงสร้างทางเคมีของสาร ซึ่งการเห็นภาพโครงสร้างเป็น 3 มิติ และสามารถเคลื่อนไหวได้นั้น ทำให้นักเรียนมีใจจดจ่อ สนใจต่อภาพเคลื่อนไหวที่อยู่ตรงหน้า ทำให้นักเรียนสามารถจำแนกหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เมื่อศึกษาจากโครงสร้างจำนวน 20 โครงสร้าง ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยเป็นหมูฟังก์ชันจำนวน 9 ชนิดของสารอินทรีย์ ทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามและทำแบบทดสอบเกี่ยวกับหมูฟังก์ชันได้ดีขึ้น เพราะนักเรียนได้เห็นมุมมองของโครงสร้าง พันธะเคมีระหว่างอะตอมของธาตุ ลักษณะโครงสร้างที่ชัดเจน ทำให้เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับพลยุทธ พุดตานและจักรกริช พฤษการ (Pudtan and Preuksakarn, n.d.). ได้นำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้เป็นสื่อการสอนเกี่ยวกับโมเดลหรือภาพ 2 มิติ ให้กลายเป็นภาพ 3 มิติ และสามารถเคลื่อนไหวได้นั้น ทำให้นักเรียนให้ความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น เป็นการสร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นมากในภาพ 3 มิติ ที่นักเรียนกำลังให้ความสนใจ ซึ่งการนำมาใช้กับตารางธาตุ โดยการสร้างตารางธาตุเสมือนจริงเป็นรูปแบบ AR ใช้ร่วมกับแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น มีการแสดงผลใน 3 มิติ นักเรียนสามารถเห็นภาพที่สมจริงมากยิ่งขึ้น

3. ในการศึกษาประสิทธิภาพของสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 90.73/85.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 ผู้วิจัยนำคะแนนเฉลี่ยจากการที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนกับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด โดยคะแนนแบบฝึกหัดมีค่าเฉลี่ย 9.07 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.73 การทำแบบฝึกหัดของนักเรียนระหว่างการใช้สื่อความเป็นจริงเสริมเป็นการฝึกฝนการสังเกตจากภาพ 3 มิติ ได้มีการหมุนภาพ ทำให้นักเรียนเห็นภาพเคลื่อนไหว เมื่อนักเรียนได้ดูภาพแล้วไปตอบคำถามในแบบฝึกหัด ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของหมูฟังก์ชันมากยิ่งขึ้น เมื่อใช้สื่อจนครบทุกภาพ จะทำให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน และสามารถจำแนกชนิดของหมูฟังก์ชันได้ง่ายขึ้น ลดความสับสนระหว่างหมูฟังก์ชันที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทำให้มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 9.07 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.73 เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบ คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย 8.53 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.25 ซึ่งมากกว่าร้อยละ 80 ทำให้พบว่านักเรียนสามารถจำแนกหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ได้ดียิ่งขึ้น ลดความสับสนของหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ที่มีความคล้ายคลึงกันได้ เช่น กรดคาร์บอกซิลิกและคีโตน ที่มี $C=O$ เป็นพันธะในโครงสร้าง หรือเอมีนและเอไมด์ที่มีไนโตรเจน (N) เป็นองค์ประกอบเหมือนกัน ซึ่งสารอินทรีย์ส่วนมากมีองค์ประกอบหลักเหมือนกันคือ C H และ O โดยจะมี S และ N เพียงบางชนิดเท่านั้น และด้วยการแสดงผลเป็นสีเฉพาะของธาตุนั้น เช่น C สีดำ H สีขาว O สีแดง เป็นต้น นักเรียนจึงมีความเข้าใจเกี่ยวกับหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์มากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น โดยคะแนนหลังเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนก่อนเรียนร้อยละ 21.5



ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัย

1. ในการพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสริมมีความจำเป็นต้องใช้ควบคู่กับอุปกรณ์แสดงผลและสัญญาณอินเทอร์เน็ต หากนักเรียนขาดความพร้อมด้านอุปกรณ์จะทำให้ใช้งานได้ยากมากขึ้น
2. นอกจากนั้นโปรแกรมที่ใช้เป็นโปรแกรมที่เปิดให้ใช้ได้โดยไม่ต้องชำระค่าลิขสิทธิ์ จึงทำให้มีข้อจำกัดในการใช้งาน จึงทำให้ต้องมีการแบ่งฐานข้อมูลในการใช้งาน ซึ่งในการพัฒนาต่อไปนั้น ผู้วิจัยได้วางแผนในการใช้โปรแกรมอื่นเพิ่มเติมเพื่อให้การแสดงผลดีขึ้นและสามารถใช้งานได้อย่างเสถียร
3. ในการวาดภาพ 3 มิติโดยใช้โปรแกรม SketchUp ซึ่งเป็นโปรแกรมวาดภาพ 3 มิติ ทั่วไป อาจไม่เหมาะสมในการวาดโครงสร้างโมเลกุลทางเคมี โดยอาจปรับเปลี่ยนไปใช้โปรแกรมวาดโครงสร้างโมเลกุล 3 มิติ เช่น GaussView

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสริมโดยปรับเปลี่ยนเนื้อหาเรื่องอื่น เช่น พันธะเคมี การทดลองทางเคมี
2. ควรพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสริมในรายวิชาอื่นที่สามารถแสดงผลเป็นภาพ 3 มิติได้

References

- Boonsomthop, P., et al. (2020). "A Guidebook Design by Applying Augmented Reality to Create Value and Promoting the Historical Tourist Attraction in Muang Kanchanaburi District toward Digital Tourism". **Graduate School Journal Chiang Rai Rajabhat University** 13 (3): 87–98. [Online]. Retrieved May 12, 2021, from https://so01.tci-thaijo.org/index.php/crrugds_ejournal/article/view/242231/166298. (in Thai)
- Dengwansri, N., et al. (2016). "Effects of Cooperative Learning Incorporated with Application on the Android Operating System to Learning Achievement on Periodic Table for Grade 10 Students". **Journal of Science and Science Education** 1(1): 61–73. (in Thai)
- Nasongkhla, J. (2018). **Digital learning Design**. Bangkok: The Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Office of the Basic Education Commission. (2021). **OBEC Teleconference Explains Guidelines Under the COVID-19 Situation for Schools and Educational Areas**. [Online]. Retrieved May 12, 2021, from <https://www.obec.go.th/archives/363188>. (in Thai)
- Phriksee, S. (2013). "Innovative Technology for Teaching Chemistry". **IPST Magazine** 41(181): 17–18. (in Thai)
- Pudtan, P. and Preuksakarn, C. (n.d.). **Augmented Reality Periodic**. [Online]. Retrieved May 19, 2021, from https://eng.kps.ku.ac.th/dblibv2/fileupload/project_IdDoc58_IdPro469.pdf. (in Thai)



-
- Ronald, T. **A Survey of Augmented Reality**. [Online]. Retrieved May 20, 2021, from <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- Saiyos, L., and Saiyos, A. (1996). **Learning Measurement Techniques**. Bangkok: Suweerivasarn. (in Thai)
- Sinno, P. (2015). **An Augmented Reality Instructional Package on Plant Types for Prathomsuksa 5 Students**. Master of Education Thesis Program in Educational Technology and Communications Faculty of Technical Education Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)
- Thitipattakul, N. (2021). **Education 2030**. [Online]. Retrieved May 12, 2021, from <https://www.disruptignite.com/blog/education2030>. (in Thai)
- U-Lao, K., Sirinonerung, P., and Bojukrapan, S. (2016). “The Development of the Instructional Media with Augmented Reality Technology Entitled Atomic Model for Matthayomsuksa 4 Students”. **Journal of Project in Computer Science and Information Technology** 2 (2): 73 –80 . [Online]. Retrieved May 12, 2021, from <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/project-journal/article/view/152800/111440>. (in Thai)