

Research Article

DEVELOPING LEARNING CONCEPTS IN PHYSICS ON FORCE AND MOTION DURING
THE COVID-19 PANDEMIC THROUGH THE INNOVATION OF A METAVERSE CLASSROOM

การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ทางฟิสิกส์
ในสภาวะโรคระบาดโควิด-19 ด้วยนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

Received: November 22, 2024

Revised: January 25, 2025

Accepted: January 29, 2025

Weera Punin^{1*}

วีระ พันอินทร์^{1*}

¹Faculty of Science, Lampang Rajabhat University

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

*Corresponding Author, E-mail: verapunin@hotmail.com

Abstract

This research aims to develop and design a metaverse classroom for learning mechanics, specifically the concepts of force and motion, considering the limitations and challenges arising during the COVID-19 pandemic. The study also examines the impact of this innovation on the development of concepts and understanding among first-year undergraduate students majoring in physics and assesses their satisfaction and learning experiences. The research findings reveal that the developed metaverse classroom was evaluated as highly effective, with expert approval confirming that it meets the needs of online learning efficiently. This innovation not only bridges theoretical knowledge through virtual experiments but also fosters deep system thinking. Students gained a better understanding of the concepts of force and motion, helping to correct misconceptions and enabling the application of knowledge in diverse contexts effectively. Moreover, students expressed high satisfaction with the learning experience, which offered flexibility, overcame spatial and time limitations, and encouraged active participation between learners and instructors through activities in the metaverse environment. Learning through the metaverse classroom enhanced the understanding of force and motion content and effectively developed essential digital skills for the modern era. This study highlights the high potential of the metaverse classroom innovation in enhancing teaching and learning in situations with limited access to physical classrooms. It can be extended to other disciplines, helping to create a learning

environment that supports the development of knowledge, scientific process skills, technology skills, and 21st-century skills in a comprehensive and sustainable manner.

Keywords: COVID-19, Metaverse Classroom, Force and Motion

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและออกแบบห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงสำหรับการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชากลศาสตร์ โดยคำนึงถึงข้อจำกัดและความท้าทายที่เกิดขึ้นในช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 รวมถึงการศึกษาผลการใช้นวัตกรรมดังกล่าวต่อการพัฒนาโน้ตบุ๊กและความเข้าใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 และประเมินความพึงพอใจและประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้รับ ผลการวิจัย พบว่า ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินว่ามีคุณภาพในระดับสูง โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญว่าสามารถตอบสนองต่อความต้องการของการเรียนรู้ในสภาวะออนไลน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นวัตกรรมนี้ไม่เพียงแต่ช่วยเชื่อมโยงความรู้ทฤษฎีผ่านปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมการคิดเชิงระบบที่มีความลึกซึ้ง ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ได้ดียิ่งขึ้นช่วยแก้ไขปัญหาโน้ตบุ๊กที่คลาดเคลื่อนและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ นักศึกษามีความพึงพอใจในด้านการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่น ลดข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลา และส่งเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างผู้เรียนและผู้สอนผ่านกิจกรรมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง การเรียนรู้ผ่านห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าใจเนื้อหาวิชากลศาสตร์และสามารถเสริมสร้างทักษะด้านเทคโนโลยีที่สำคัญในยุคดิจิทัลได้อย่างดี ดังนั้นการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่านวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงมีศักยภาพสูงในการพัฒนาการเรียนการสอนในสภาวะที่มีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงชั้นเรียนจริง สามารถขยายผลไปยังการเรียนรู้ในสาขาวิชาอื่น ๆ โดยช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะด้านเทคโนโลยีและทักษะในศตวรรษที่ 21 อย่างรอบด้านและยั่งยืน

คำสำคัญ: โรคโควิด-19 ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง แรงและการเคลื่อนที่

บทนำ (Introduction)

การเรียนรู้และการศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้มนุษย์พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และทักษะที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตในสังคมที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ในปัจจุบันสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 (COVID-19) ส่งผลกระทบอย่างมากต่อวิถีชีวิตและระบบการศึกษาทั่วโลก การเรียนการสอนในรูปแบบเดิมต้องเผชิญกับข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น ความยากลำบากในการเข้าถึงห้องเรียน การเว้นระยะห่างทางสังคม และการปรับตัวเข้าสู่ระบบการเรียนออนไลน์ อย่างไรก็ตาม ระบบการศึกษาได้ค้นหาแนวทางใหม่เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งหนึ่งในแนวทางนั้นคือการใช้นวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์ในโลกเสมือนจริงหรือ Metaverse Classroom ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงได้จากที่บ้าน ซึ่งตอบโจทย์การเรียนการสอนในสภาวะที่มีข้อจำกัดการเข้าชั้นเรียนช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ได้เป็นอย่างดี (Park & Kim, 2022)

งานวิจัยหลายชิ้นยืนยันถึงประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีห้องเรียนเสมือนจริงในกระบวนการเรียนการสอน อาทิ งานวิจัยโดย Dwivedi et al. (2022) พบว่า การเรียนรู้ในห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงช่วยเพิ่มความเข้าใจที่ลึกซึ้งและความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียน เนื่องจากการมีส่วนร่วมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสามารถสร้างประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติจริง ในขณะที่ Kye et al. (2021) ชี้ให้เห็นว่าการใช้นวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

สามารถพัฒนาและเสริมสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้กับผู้เรียนและลดข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดที่เกิดขึ้นจากการเรียนผ่านตำราเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ การศึกษาโดย Liu et al. (2017) ยังแสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงช่วยเพิ่มทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองและสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน เนื่องจากการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงมีการจำลองสภาพแวดล้อมการทดลองให้สามารถปฏิบัติได้จริง กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี เช่น คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) และการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential Learning) สนับสนุนการใช้นวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงในการพัฒนาการเรียนรู้ โดยคอนสตรัคติวิสต์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านการสำรวจและปฏิสัมพันธ์ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Choi et al., 2024) สำหรับการเรียนรู้จากประสบการณ์ แนวคิดของ Kolb (1984) ยังคงเป็นรากฐานที่สำคัญ โดยการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การมีประสบการณ์ตรง การสะท้อนผล การวิเคราะห์ และการทดลองใช้ แม้แนวคิดนี้จะพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี 1984 แต่ก็ได้ได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยล่าสุดที่นำไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเพื่อช่วยสร้างประสบการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในโลกเสมือนจริง เช่น การจำลองการทดลองฟิสิกส์แบบโต้ตอบ (Uribe et al., 2024) งานวิจัยเกี่ยวกับนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงยังแสดงถึงประสิทธิภาพในการปรับปรุงความเข้าใจของผู้เรียน ลดข้อผิดพลาดทางมโนทัศน์และเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Singh et al., 2024)

แรงและการเคลื่อนที่ในทางฟิสิกส์เป็นเนื้อหาวิชาการที่ซับซ้อนและมักพบปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจผิดในมโนทัศน์ขั้นพื้นฐานเช่นความแตกต่างระหว่างแรงและการเคลื่อนที่ในระบบที่มีแรงสมดุลและแรงไม่สมดุล การวิเคราะห์แรงในระนาบต่าง ๆ รวมถึงกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันที่เกี่ยวข้องกับแรงและการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ งานวิจัยหลายชิ้นพบว่าผู้เรียนจำนวนมากมักมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับ "แรงเฉื่อย" ซึ่งมองว่าแรงเป็นปัจจัยจำเป็นสำหรับการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง และมักไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างการกระทำของแรงในระบบต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง (Wells et al., 2020) ในขณะที่ Lee and Wong (2014) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมักมีปัญหาในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดที่เป็นนามธรรม เช่น แรงที่เกิดจากแรงกระทำและปฏิกิริยาแรงกระทำกับสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือตัวอย่างปฏิบัติที่พบในวิชาเรียน ปัญหาหมโนทัศน์ดังกล่าวทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับหลักการฟิสิกส์และอาจส่งผลกระทบต่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงระบบ นอกจากนี้การเรียนการสอนผ่านวิธีการที่เน้นตำราเรียนเพียงอย่างเดียวมักจะลดโอกาสของผู้เรียนในการทดลองหรือสังเกตปรากฏการณ์เชิงปฏิบัติได้อย่างลึกซึ้ง เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวการเรียนรู้ผ่านนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงสามารถช่วยจำลองสถานการณ์การทดลองที่ซับซ้อน เช่น การแสดงผลการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงต่าง ๆ ในรูปแบบภาพสามมิติแบบโต้ตอบ (Zhang et al., 2022) การออกแบบระบบการเรียนรู้เสมือนจริงที่เน้นการแก้ไขหมโนทัศน์ผิดผ่านการสังเกตและทดลองจะช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกในเนื้อหาอื่น อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบผลการทดลองและปรับปรุงความเข้าใจผิดในเชิงกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น การใช้นวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงในการพัฒนามโนทัศน์การเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในทางฟิสิกส์นั้น ถือเป็นโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาเชิงลึกผ่านการจำลองสถานการณ์เสมือนจริงที่สามารถสะท้อนลักษณะของแรงและเคลื่อนที่ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ใกล้เคียงกับของจริง การเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงนี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจกฎและทฤษฎีฟิสิกส์ รวมถึงการทดลองที่ซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบและชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถลดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับเนื้อหาที่มีอยู่และช่วยเสริมสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและยั่งยืน นอกจากนี้ การใช้นวัตกรรมนี้ยังเอื้อต่อการเรียนรู้ในสภาวะที่การเรียนการสอนในช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่จำกัดการเรียนในห้องเรียนจริง การใช้นวัตกรรมนี้จึงไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ แต่ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 อาทิ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกัน ตลอดจนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและการทำงานในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ (Objectives)

1. เพื่อพัฒนาและออกแบบห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง สำหรับใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ โดยคำนึงถึงข้อจำกัดและความท้าทายที่เกิดขึ้นในช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 หลังการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง ในบริบทการเรียนรู้แบบออนไลน์ช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจการเรียนรู้ของนักศึกษาต่อการใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ช่วงสถานการณ์ที่ต้องจำกัดการเข้าเรียนในห้องเรียนจริง

สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis)

1. การใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงในการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ จะช่วยพัฒนาทัศนคติและความเข้าใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ในช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ได้อย่างมีนัยสำคัญ
2. ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ได้อย่างมีนัยสำคัญในบริบทการเรียนรู้แบบออนไลน์ช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยนี้สามารถอนุมานได้เฉพาะในขอบเขตของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการศึกษาเท่านั้น
3. นักศึกษาที่เรียนผ่านห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ช่วงสถานการณ์ที่ต้องจำกัดการเข้าเรียนในห้องเรียนจริง อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นดีที่สุดในบริบทของการทดลองนี้เท่านั้น

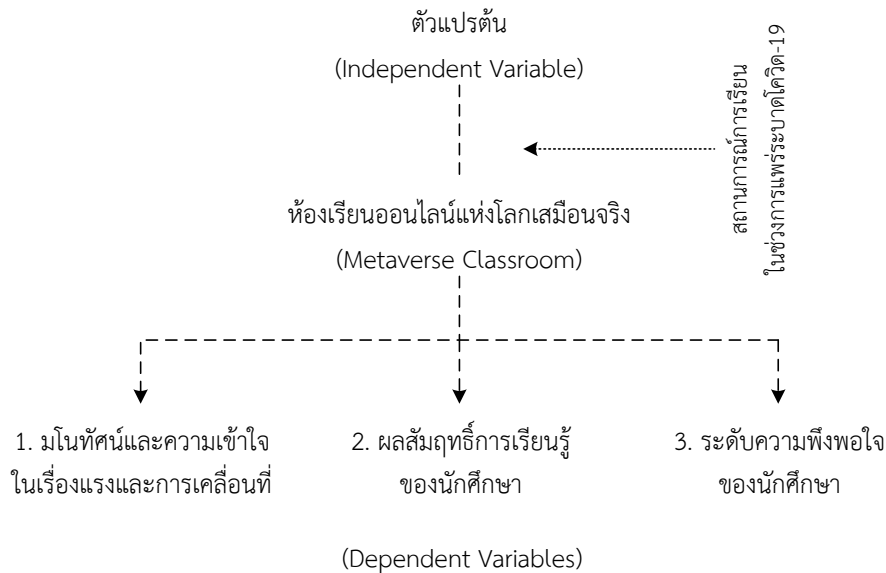
กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างทัศนคติและความเข้าใจของนักศึกษาด้านเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ โดยเฉพาะในช่วงที่ไม่สามารถเรียนในห้องเรียนจริงได้อย่างปกติ ซึ่งมีกรอบแนวคิดตามที่แสดงดัง Figure 1

Figure 1

Conceptual Framework

กรอบแนวคิดการวิจัย



ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง ซึ่งเป็นตัวแปรต้น (Independent Variable) จะส่งผลกระทบต่อ 3 ด้านหลักในงานวิจัย ได้แก่ มโนทัศน์และความเข้าใจในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ระดับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้และระดับความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้นวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง โดยเฉพาะสถานการณ์ที่ต้องเรียนออนไลน์ช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

การออกแบบและใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงนี้คาดว่าจะส่งผลต่อการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเข้าใจที่ลึกซึ้งมากขึ้นในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชากลศาสตร์ อีกทั้งยังช่วยให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับการเรียนรู้ในห้องเรียนจริง มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 7 คน ซึ่งถูกคัดเลือกโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้แจ้งรายละเอียดของโครงการวิจัยให้กับกลุ่มตัวอย่างทราบผ่านทางเอกสารข้อมูลเพื่อการตัดสินใจเข้าร่วม รวมถึงอธิบายสิทธิในการเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกเมื่อโดยไม่มีผลกระทบต่อการศึกษา ผู้วิจัยยังรับรองว่าจะปกป้องความลับของข้อมูลส่วนบุคคลและใช้ข้อมูลเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิจัยเท่านั้น

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองตามแบบแผนการวิจัยกึ่งทดลองในกรณีศึกษากลุ่มเดียว (Single-Group Design) โดยใช้แบบการทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design ซึ่งผู้วิจัยได้จัดให้มีการทดสอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แสดงดัง Table 1

Table 1

Experimental Design

แสดงแบบแผนการทดลอง

ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

T_1	หมายถึง	การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)
X	หมายถึง	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในรายวิชากลศาสตร์ โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง
T_2	หมายถึง	การทดสอบหลังเรียน (Post-test)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 นวัตกรรมที่สร้างขึ้นคือ ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชากลศาสตร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชากลศาสตร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง จำนวน 1 แผน เวลาสอนรวม 12 ชั่วโมง

3.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงสำหรับวัดความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงและการเคลื่อนที่ แบบทดสอบนี้จะประเมินการพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจของนักศึกษาในรายวิชากลศาสตร์

3.4 แบบสอบถามความพึงใจของนักศึกษาต่อการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชากลศาสตร์ ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้ ความสะดวกสบาย การเข้าถึงเนื้อหา การปฏิบัติการทดลอง และการโต้ตอบในสภาพแวดล้อมแห่งโลกเสมือนจริง

4. วิธีการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

4.1 นวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

นวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชากลศาสตร์ สำหรับใช้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 มีแนวทางการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

4.1.1 ศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2566) ระดับปริญญาตรี 4 ปี โดยเน้นขอบเขตเนื้อหาที่จะใช้สอน แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และคุณลักษณะของการทดลองที่พัฒนาขึ้นและวิธีการวัดประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

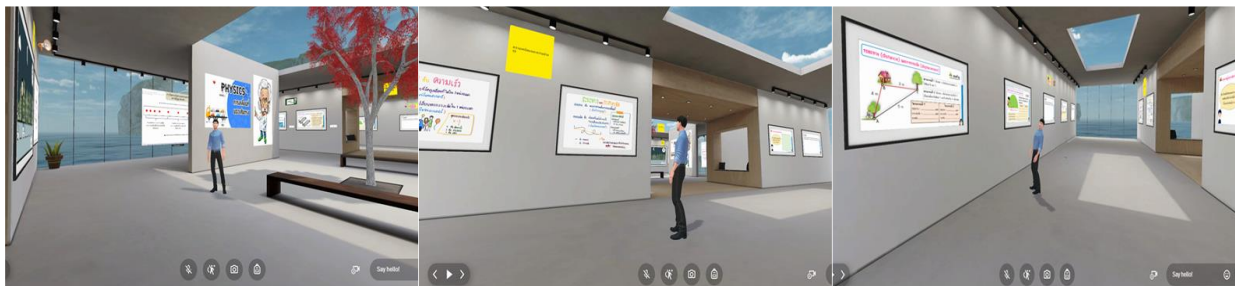
4.1.2 ศึกษาและออกแบบนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชากลศาสตร์ ระดับปริญญาตรี 4 ปี ผ่านแพลตฟอร์ม Spatial.io

4.1.3 สร้างนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชากลศาสตร์ ระดับปริญญาตรี 4 ปี ผ่านแพลตฟอร์ม Spatial.io แสดงดัง Figure 2

Figure 2

Physics motion learning management in a metaverse classroom

การจัดการเรียนรู้การเคลื่อนที่ทางฟิสิกส์ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง



4.1.4 สร้างเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี 4 ปี ในห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงผ่านแพลตฟอร์ม Spatial.io เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์และปฏิบัติการทดลองเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ในรูปแบบสภาพแวดล้อมออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

4.1.5 สร้างคู่มือการใช้งานและปฏิบัติการทดลองในห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงขึ้น

4.2 ประเมินคุณภาพของห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

การสร้างแบบประเมินคุณภาพของห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี 4 ปี โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

4.2.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การกำหนดรูปแบบแบบประเมินและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมที่สร้างขึ้น

4.2.2 กำหนดรูปแบบและสร้างแบบประเมินคุณภาพของห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ 1) ลักษณะทางกายภาพทั่วไป 2) การใช้งาน 3) เนื้อหาและการทดลอง 4) การออกแบบสื่อการสอน 5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Al-Fraihat et al., 2020) โดยเกณฑ์การประเมินคุณภาพตามค่าเฉลี่ยของคะแนนมีรายละเอียดดังนี้ คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 (น้อยที่สุด) 1.50-2.49 (น้อย) 2.50-3.49 (ปานกลาง) 3.50-4.49 (มาก) และ 4.50-5.00 (มากที่สุด) ตามลำดับ

4.2.3 นำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้อง และวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำแบบประเมินไปใช้จริง

4.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนสำหรับวัดความเข้าใจของนักศึกษา

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนสำหรับวัดความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ก่อนและหลังการใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงมีขั้นตอนดังนี้

4.3.1 ศึกษาหลักการเขียนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับวัดความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ก่อนและหลังการใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

4.3.2 ศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2566) ระดับปริญญาตรี 4 ปี โดยเน้นไปที่คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ตลอดจนสาระการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่รายวิชาฟิสิกส์

4.3.3 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในรูปแบบ Google Forms เพื่อวัดความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับโมโนทัศน์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ทั้งก่อนและหลังการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

4.3.4 นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

4.3.5 นำแบบทดสอบไปใช้กับนักศึกษาจำนวน 10 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มตัวอย่าง (จากมหาวิทยาลัยราชภัฏที่มีบริบทใกล้เคียง) เพื่อประเมินค่าความยากง่าย (p) ในช่วง 0.40–0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ในช่วง 0.20–0.80 และค่าความเชื่อมั่น ($rtt - KR 20$) เท่ากับ 0.84

4.3.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขและมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ความยากง่าย มาจัดทำเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4.4 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี 4 ปี โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง พร้อมทั้งมีแนวทางในการสร้างและประเมินคุณภาพดังนี้

4.4.1 ศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2566) ระดับปริญญาตรี 4 ปี โดยเน้นที่จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รวมถึงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดผลการเรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

4.4.2 ศึกษาความสอดคล้องและลำดับความสำคัญของเนื้อหาที่จัดลำดับให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ก่อนหลังอย่างครบถ้วน โดยพิจารณาขอบข่ายเนื้อหาและการปฏิบัติการทดลองในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์

4.4.3 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดตามคำอธิบายรายวิชาแต่ปรับให้อยู่ในห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

4.4.4 กำหนดเวลาเรียนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับขอบข่ายเนื้อหาสาระหรือจุดประสงค์การเรียนรู้และปฏิบัติการทดลองที่กำหนด

4.4.5 จัดทำคู่มือประกอบการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหารายวิชา กิจกรรมการเรียนการสอน การปฏิบัติการทดลอง สื่อการเรียนรู้ และรูปแบบการวัดและประเมินผลการเรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4.4.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยค่าดัชนีต้องอยู่ในช่วง 0.67–1.00

4.4.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนผ่านห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น โดยสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์

4.5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังการใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ที่พัฒนาขึ้น

4.5.1 กำหนดให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนในหัวข้อเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ เป็นข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่จัดทำขึ้นไว้ในรูปแบบ Google Forms

4.5.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นตามแผนการเรียนรู้ที่ได้จัดทำไว้

4.5.3 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดิมที่จัดทำขึ้นไว้ในรูปแบบ Google Forms

4.5.4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS) เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระจากกันและกลุ่มตัวอย่างเดียวกันเปรียบเทียบผลระหว่างก่อนกับหลังทดลอง

4.6 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ที่พัฒนาขึ้น

4.6.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงรูปแบบการสร้างแบบสอบถามเพื่อวัดความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.6.2 กำหนดรูปแบบและหัวข้อหลัก รวมถึงรายละเอียดของแบบสอบถามเพื่อวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา

4.6.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใน Google Forms โดยใช้ระดับความสำคัญ 5 ระดับ (มากที่สุด = 5, มาก = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, น้อยที่สุด = 1) ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้วยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินมี 20 ข้อ แบ่งเป็น 2 ด้าน คือ 1) คุณค่าของกิจกรรมการเรียนรู้ และ 2) ทักษะและความรู้ความเข้าใจ โดยคะแนนความพึงพอใจมีเกณฑ์ดังนี้ 1.00–1.49 (น้อยที่สุด) 1.50–2.49 (น้อย) 2.50–3.49 (ปานกลาง) 3.50–4.49 (มาก) 4.50–5.00 (มากที่สุด) จากนั้นปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและจัดทำแบบประเมินความพึงพอใจฉบับจริง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

5.1 เลือกนักศึกษากลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง จำนวน 7 คน ที่เรียนในรายวิชาฟิสิกส์ ทั้งนี้ การเลือกกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวถือเป็นข้อจำกัดของงานวิจัยนี้

5.2 ดำเนินการปฐมนิเทศกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 เพื่อเสริมความรู้และความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

5.3 ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจาก Google Forms ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ผ่าน QR Code ที่จัดเตรียมไว้

5.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง จำนวน 12 ชั่วโมง ในระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยผู้สอนเป็นผู้นำและแนะนำการเรียนรู้ สร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ สนับสนุนและแก้ไขปัญหาของนักเรียน กระตุ้นการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน ติดตามและประเมินผลการเรียน รวมถึงใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น

5.5 เก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจากแผนการจัดการเรียนรู้

5.6 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน พร้อมประเมินความพึงพอใจการเรียนรู้ของนักศึกษาต่อกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิมใน Google Forms ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ผ่าน QR Code ที่จัดเตรียมไว้

5.7 นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อการเรียนหลังใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละความก้าวหน้าของคะแนน จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

5.8 นำคะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิจัย (Results)

การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ในช่วงที่ไม่สามารถเรียนในห้องเรียนจริงได้อย่างปกติด้วยนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ 4 ปี มีผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการหาคุณภาพของนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

จากผลการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ที่มีต่อนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่สร้างขึ้น แสดงดัง Table 2 ดังนี้

Table 2

The Results of Opinions from Three Experts on the Developed Innovation

ผลของการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ที่มีต่อนวัตกรรมที่สร้างขึ้น

ด้านที่ประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป	4.33	0.47	มาก
2. รูปแบบการเข้าใช้งาน	4.67	0.47	มากที่สุด
3. เนื้อหาและการทดลอง	4.67	0.47	มากที่สุด
4. การออกแบบสื่อการสอน	4.67	0.47	มากที่สุด
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.67	0.38	มากที่สุด

จาก Table 2 แสดงผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เกี่ยวกับนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงในหัวข้อเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ผลการประเมินภาพรวมพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 จากคะแนนเต็ม 5.00 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันแต่ละด้านในระดับ "มากที่สุด" เกี่ยวกับคุณภาพของนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง

2. ผลการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

จากผลการแสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวนทั้ง 3 ท่าน ที่มีต่อการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง แสดงดัง Table 3 ดังนี้

Table 3

The results of opinions from three experts on the developed learning management plan

ผลของการแสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

รายชื่อประเมิน		$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1.	ชื่อหน่วยการเรียนรู้น่าสนใจ กระชับรัด ชัดเจนและครอบคลุมเนื้อหา	4.33	0.47	มาก
2.	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	4.67	0.47	มากที่สุด
3.	ความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันระหว่างชื่อหน่วยการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้และเวลาในการจัดการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
4.	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนด้าน K P และ A	4.67	0.47	มากที่สุด
5.	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมชัดเจน สามารถวัดได้	5.00	0.00	มากที่สุด
6.	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
7.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความครอบคลุมในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตลอดจนเข้าใจใน มโนทัศน์ทางฟิสิกส์	4.33	0.47	มาก
8.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม สามารถนำผู้เรียนไปสู่การสร้างสรรค์ผลงาน	4.67	0.47	มากที่สุด
9.	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลองในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง	4.33	0.94	มาก
10.	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน	4.67	0.47	มากที่สุด
11.	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมสมรรถนะการใช้เทคโนโลยีของผู้เรียน	4.67	0.47	มากที่สุด
12.	สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย เหมาะสม และเข้าถึงได้ง่าย	4.67	0.47	มากที่สุด
13.	ภาระงาน ที่มอบหมายส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิด	4.67	0.47	มากที่สุด
14.	มีการวัดผลด้วยวิธีที่หลากหลาย เหมาะสม และทันสมัย	5.00	0.00	มากที่สุด
15.	เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลสามารถวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ครบถ้วน	4.67	0.47	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.64	0.44	มากที่สุด

จาก Table 3 แสดงผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น ผลการประเมินโดยภาพรวมพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ที่ 4.64 จากคะแนนเต็ม 5.00 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 สะท้อนให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในระดับ “มากที่สุด” เกี่ยวกับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้น

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง

จากการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลคะแนนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบ Shapiro-Wilk พบว่าคะแนนก่อนเรียนมีค่า Shapiro-Wilk Statistic เท่ากับ 0.949 และ p-value เท่ากับ 0.725 ส่วนคะแนนหลังเรียนมีค่า Shapiro-Wilk Statistic เท่ากับ 0.918 และ p-value เท่ากับ 0.456 ซึ่งค่า p-value ทั้งสองกรณีมากกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลคะแนนก่อนและหลังเรียนมีการแจกแจงแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นดำเนินการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การทดสอบ t-test ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา แสดงดัง Table 4 ดังนี้

Table 4

A Comparison of Pre-test and Post-test Learning Achievement Scores of Students

การเปรียบเทียบผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	จำนวน นักศึกษา	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	df	Sig.
ก่อนเรียน	7	20	13.43	1.62	-6.07**	6	.00
หลังเรียน	7	20	18.29	1.38			

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จาก Table 4 แสดงผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 13.43 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.62 ขณะที่ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 18.29 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.38 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยการทดสอบที (t-test) แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่เรียนรู้ผ่านการเรียนด้วยนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่า Cohen's d เท่ากับ 3.23 ซึ่งแสดงถึงระดับของการเปลี่ยนแปลงอยู่ในเกณฑ์ ใหญ่ และค่าร้อยละความก้าวหน้าอยู่ที่ 24.3 สะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนามีความหมาย

4. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ต่อนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นโดยใช้แบบสอบถามชนิดมาตราจัดอันดับหรือการจัดอันดับคุณภาพจัดเรียงความคิดเห็นจากระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยผลการวิเคราะห์แต่ละประเด็นแสดงผลดัง Table 5 ดังนี้

Table 5

The results of students' satisfaction with learning activities using the developed metaverse classroom

ผลแสดงความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น

ด้านที่ประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านคุณค่าของนวัตกรรม			
1) นวัตกรรมมีความน่าสนใจ เกิดแรงจูงใจ มีความสวยงาม	4.43	0.49	มาก
2) นวัตกรรมใช้งานง่าย ลำดับขั้นตอนชัดเจน ไม่สับสน	4.71	0.45	มากที่สุด
3) นวัตกรรมทำให้การเรียนรู้มีความสุข สนุกสนานต่อการเรียนรู้	4.86	0.35	มากที่สุด
4) นวัตกรรมช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย มีสื่อที่หลากหลาย	4.86	0.35	มากที่สุด
5) นวัตกรรมที่เข้าถึงได้ง่าย สามารถศึกษาได้ทุกเวลา	4.29	0.45	มาก
ค่าคะแนนเฉลี่ย	4.63	0.42	มากที่สุด
2. ด้านความรู้ความเข้าใจ			
1) นวัตกรรมมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	4.57	0.49	มากที่สุด
2) มีความรู้ ความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น หลังการใช้นวัตกรรม	4.57	0.49	มากที่สุด
3) สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.86	0.35	มากที่สุด
4) เกิดทักษะสมรรถนะการใช้เทคโนโลยี	4.71	0.45	มากที่สุด
5) สามารถนำความรู้สู่การปฏิบัติให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม	4.57	0.49	มากที่สุด
ค่าคะแนนเฉลี่ย	4.66	0.46	มากที่สุด
ค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.64	0.44	มากที่สุด

จาก Table 5 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ต่อนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ พบว่าความพึงพอใจด้านคุณค่าของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.63 และด้านความรู้ความเข้าใจมีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.66 โดยภาพรวมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.64 จากคะแนนเต็ม 5.00 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44 ซึ่งอยู่ในระดับ "มากที่สุด" นอกจากนี้ นักศึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะว่านวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงสามารถเข้าร่วมเรียนได้จากทุกที่และสามารถปฏิบัติการทดลองได้อย่างมีความสมจริงแม้เป็นการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงช่วยให้เข้าใจแก่นแท้ของเนื้อหาได้ง่าย ไม่ซับซ้อน การนำเสนอที่ชัดเจน ส่งเสริมความจำยั่งยืน และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนในห้องเรียนในเวลากลางคืน

ข้อเสนอแนะ (Recommendationsอภิปรายผล (Discussions))

การประเมินคุณภาพของนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงได้รับการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญว่ามีคุณภาพในระดับ "มากที่สุด" ด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.67 จากคะแนนเต็ม 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 แสดงถึงความสอดคล้องของความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของนวัตกรรมดังกล่าว โดยผู้เชี่ยวชาญยอมรับว่านวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นนี้มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการสอนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในรายวิชาฟิสิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วยเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ตอบสนองต่อข้อจำกัดของการเรียนรู้ในห้องเรียนสภาวะปกติ

อีกทั้งยังมีสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายและกิจกรรมทดลองในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ซึ่งส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ นวัตกรรมนี้ยังสนับสนุนให้นักศึกษาสามารถต่อยอดความรู้จากพื้นฐานเดิมไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างผลลัพธ์ที่ดีทั้งในเชิงการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 อย่างไรก็ตาม ปัจจัยอื่นนอกจากนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่อาจมีบทบาทต่อผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ ควรถูกพิจารณาด้วย เช่น ความแปลกใหม่ของเทคโนโลยี สามารถกระตุ้นความตื่นตัวและความกระตือรือร้นของผู้เรียน โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้นของการใช้งานหรือการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งอาจเป็นผลมาจากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ค้นคว้าและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง โดยไม่ได้ขึ้นอยู่กับนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเพียงอย่างเดียว ปัจจัยเหล่านี้ควรถูกนำมาศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ครอบคลุมและชัดเจนมากยิ่งขึ้นในอนาคต

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีคุณภาพในระดับ "มากที่สุด" ด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.64 จากคะแนนเต็ม 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44 แสดงถึงความสอดคล้องของความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนการเรียนรู้ดังกล่าว แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเน้นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง ซึ่งประกอบด้วยสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย การปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจแก่นแท้เกี่ยวกับเนื้อหาดังกล่าว จนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม แนวทางการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ray & Srivastava (2020) ได้เน้นถึงวิธีการจัดทำแผนการเรียนรู้ที่ผสมผสานการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีส่วนร่วมและเหมาะสมกับการเรียนออนไลน์ในสถานการณ์ที่ท้าทายช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยคำนึงถึงการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างการมีส่วนร่วมของนักเรียน การเตรียมทรัพยากรที่เหมาะสม และการประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในขณะที่การศึกษาของ Mukred et al. (2025) ได้กล่าวถึงการจัดทำแผนการเรียนรู้ในรูปแบบที่ใช้เทคโนโลยีห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบของนักเรียนในสภาพแวดล้อมออนไลน์ที่การเรียนการสอนในห้องเรียนจริงไม่สามารถดำเนินการได้และแนะนำให้มีการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ในโลกเสมือนจริงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและการศึกษาการมีส่วนร่วมของนักเรียนในอนาคต ทั้งสองงานวิจัยนี้เสนอแนวทางการจัดทำแผนการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์ โดยมีการเน้นการออกแบบกิจกรรมที่เสริมสร้างการมีปฏิสัมพันธ์ การใช้เทคโนโลยีเพื่อจำลองสถานการณ์หรือการทดลองที่นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมได้ และการประเมินผลที่ไม่เพียงแต่การทดสอบทางวิชาการ แต่ยังรวมถึงการพัฒนาทักษะทางสังคมและการใช้เทคโนโลยีของนักเรียน งานวิจัยทั้งสองชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงและโลกเสมือนเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยไม่เพียงแต่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากเนื้อหา แต่ยังช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีส่วนร่วมและมีการโต้ตอบที่มีคุณค่าในโลกดิจิทัล

การพัฒนานวัตกรรมที่ถูกต้องในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ถูกวิเคราะห์และสังเกตผ่านกระบวนการเรียนรู้ในนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง ตัวอย่างหนึ่งที่ชัดเจนคือนักศึกษาหลายคนมี "มโนทัศน์ผิด" เกี่ยวกับกฎข้อแรกของนิวตัน ก่อนเริ่มการเรียนรู้พบว่ากลุ่มนักศึกษาจำนวนมากเชื่อว่า "วัตถุที่อยู่ในสภาพนิ่งต้องการแรงเพื่อให้คงอยู่ต่อไป" ซึ่งสะท้อนถึงความเข้าใจผิดในพื้นฐานเกี่ยวกับแรงลัพธ์และสภาวะสมดุลในนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง นักศึกษาถูกนำเข้าสู่กิจกรรมการทดลองเสมือนจริงเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ผิดนี้ โดยเริ่มจากการสร้างสถานการณ์จำลอง เช่น วัตถุที่ลอยอยู่ในสภาพไร้น้ำหนักในท้องฟ้าจำลอง เมื่อปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่โดยไม่มีแรงมากระทำเพิ่มเติม นักศึกษาได้สังเกตว่า วัตถุเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงที่ ไม่หยุดนิ่งอย่างที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าหลังจากกิจกรรมการทดลองเสมือนจริงนี้ นักศึกษาได้พัฒนาความเข้าใจใหม่ว่า "แรงไม่จำเป็นสำหรับการรักษาสถานะการเคลื่อนที่ที่ความเร็วคงที่ แต่แรงที่ไม่สมดุลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่" ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ไปในทิศทางที่ถูกต้อง การเรียนรู้ผ่าน

สภาพแวดล้อมที่สมจริงในนวัตกรรมห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง ช่วยให้นักศึกษาไม่เพียงแต่เข้าใจทฤษฎีเท่านั้น แต่ยัง

สามารถเชื่อมโยงความรู้กับปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ในชีวิตจริงได้อย่างลึกซึ้ง

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 13.43 คิดเป็นร้อยละ 67.15 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 18.29 คิดเป็นร้อยละ 91.45 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้น 4.86 คิดเป็นร้อยละความก้าวหน้า 36.19 แนวทางการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang et al. (2022) ได้ศึกษาการใช้นวัตกรรมโลกเสมือนจริงในระบบการศึกษาที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะและความสามารถที่สามารถนำไปใช้ในวิชาชีพหรือการปฏิบัติจริงได้ (Competence-Based Education: CBE) โดยการออกแบบหลักสูตรเน้นที่จะพัฒนาความสามารถเฉพาะด้านที่นักเรียนต้องมีเพื่อปฏิบัติการในสภาพแวดล้อมการทำงานจริง แทนที่จะเป็นการเรียนรู้จากทฤษฎีหรือเนื้อหาทางวิชาการเท่านั้น นอกจากนี้ในช่วงการระบาดแพร่ระบาดของโควิด-19 เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงช่วยให้นักเรียนสามารถฝึกทักษะต่าง ๆ ได้จากระยะไกล เช่น การสังเกตกระบวนการทางการแพทย์หรือการฝึกทักษะเฉพาะทางผ่านการจำลองสถานการณ์ที่เสมือนจริง ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้ยังคงดำเนินต่อไปแม้ในสถานการณ์ที่ไม่สามารถเข้าถึงสถานที่จริงได้ ในขณะที่การศึกษาของ Wang et al. (2022) ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงการเรียนการสอนหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยมุ่งเน้นการใช้ห้องเรียนเสมือน (Virtual Classrooms) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์และกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน งานวิจัยนี้เสนอแผนงานในการใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงเพื่อเพิ่มความร่วมมือและประสิทธิภาพในการเรียนการสอนผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริง และสามารถสื่อสารและทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน ๆ และอาจารย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งสองการศึกษานี้สนับสนุนแนวทางการเรียนรู้ผ่านการใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงในช่วงการแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับการเสริมสร้างการเรียนรู้ โดยมีการนำมาใช้ในระบบการศึกษาที่เน้นทักษะ (CBE) เพื่อการฝึกอบรมวิชาชีพในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนฝึกทักษะได้จากระยะไกล ทั้งนี้ยังมีการใช้ห้องเรียนโลกเสมือนจริงเพื่อเพิ่มความร่วมมือและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและอาจารย์ การศึกษางานวิจัยทั้งสองแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงสามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพแม้ในช่วงที่มีข้อจำกัดทางกายภาพ

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชาฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี พบว่าด้านคุณค่าของนวัตกรรมและความรู้ความเข้าใจโดยภาพรวมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.64 จากคะแนนเต็ม 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44 ซึ่งอยู่ในระดับ “มากที่สุด” นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมว่าการใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงในการจัดการเรียนวิชาฟิสิกส์ในช่วงการแพร่ระบาดและเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สามารถเข้าเรียนได้ทุกที่ การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับอาจารย์มีประสิทธิภาพ และการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้จากปฏิบัติการทดลองที่สมจริงทำให้เข้าใจมากกว่าการเรียนแบบบรรยายทฤษฎีเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังช่วยให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ถูกขัดจังหวะจากสถานการณ์ภายนอกที่จำกัดการเข้าเรียนในห้องเรียน พร้อมทั้งพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีที่สำคัญในยุคดิจิทัล

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริง จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยสำคัญ เช่น เทคโนโลยีที่เหมาะสม ทักษะด้านดิจิทัลของผู้เรียน อุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต และการใช้งานอินเทอร์เน็ตที่มี

ความเร็วเพียงพอ ทั้งนี้ เพื่อให้การดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและราบรื่น

1.2 ผู้สอนควรเอาใจใส่และใส่ใจ ให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยสังเกตนักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น เนื่องจากนักศึกษาแต่ละคนมีพื้นฐานองค์ความรู้ที่ต่างกัน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนานำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษาในสถาบันการศึกษาอื่นที่กำลังเรียนสาระการเรียนรู้เดียวกันเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความมั่นใจว่านวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพและช่วยส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

2.2 กรณีกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กควรเก็บข้อมูลจากการสังเกตหรือการสัมภาษณ์แล้วจึงออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนออนไลน์แห่งโลกเสมือนจริงให้มีความหลากหลายตามเนื้อหารายวิชาและให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาและนำไปปรับใช้ในการดำรงชีวิตทั้งในปัจจุบันและอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

การศึกษาวิจัยนี้ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ บุคลากรสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์คำแนะนำในการดำเนินงานและข้อเสนอแนะจนการดำเนินงานวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จโดยเรียบร้อยสมบูรณ์

References

- Al-Fraihat, D., Joy, M., & Sinclair, J. (2020). Evaluating E-learning systems success: An empirical study. *Computers in Human Behavior*, 102, 67-86. DOI: 10.1016/j.chb.2019.08.004
- Choi, Y. R., Lee, Y. N., Kwon, D. Y., Kim, D., Park, W. H., & Chang, S. O. (2024). The development and effects of a social constructivist approach in an interprofessional discomfort care online education program. *BMC Medical Education*, 24(1), 1363. DOI: 10.1186/s12909-024-06342-w
- Dwivedi, Y. K., Hughes, D. L., Coombs, C., Constantiou, I., Duan, Y., Edwards, J. S., Gupta, B., ... & Raman, R. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice, and policy. *International Journal of Information Management*, 66. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., & Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: Possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18, 32. DOI: 10.3352/jeehp.2021.18.32
- Lee, E. A. L., & Wong, K. W. (2014). Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. *Computers & Education*, 79, 49-58. DOI: 10.1016/j.compedu.2014.07.010

- Liu, D., Dede, C., Huang, R., & Richards, J. (2017). Introduction: Virtual, augmented, and mixed realities in education. In D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards (Eds.), *Virtual, augmented, and mixed realities in education* (pp. 1–16). Springer.
- Mukred, M., Mokhtar, U. A., Hawash, B., AlSalman, H., & Zohaib, M. (2025). Exploring the potential of metaverse adoption in higher education: A diffusion of innovation model approach to enhancing student engagement. *SAGE Open*, 15(3), 21582440251363668. DOI: 10.1177/21582440251363668
- Park, S., & Kim, Y. (2022). A metaverse taxonomy for education: Identifying world types to deliver gameful experiences for learners. *Sustainability*, 14(3), 1361. DOI: 10.3390/su14031361
- Ray, S., & Srivastava, S. (2020). Virtualization of science education: a lesson from the COVID-19 pandemic. *Journal of Proteins and Proteomics*, 11(2), 77–80. DOI: 10.1007/s42485-020-00038-7
- Singh, M., Sun, D., & Zheng, Z. (2024). Enhancing university students' learning performance in a metaverse-enabled immersive learning environment for STEM education: A community of inquiry approach. *Learning Environments Research*, 27(1), 1–22. DOI: 10.1002/fer3.56
- Uribe, V., Figueroa, P., & Gómez, V. (2024). The influence of metaverse environment design on the quality of experience in virtual reality classes: A comparative study. *Frontiers in Education*, 9, 1451859. DOI: 10.3389/feduc.2024.1451859
- Wang, Y., Lee, L. H., Braud, T., & Hui, P. (2022). Re-shaping post-COVID-19 teaching and learning: A blueprint of virtual-physical blended classrooms in the Metaverse era. *Proceedings of the 2022 IEEE 42nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW)*, 241–247. DOI: 10.48550/arXiv.2203.09228
- Wells, M., Henderson, C., & Heller, P. (2020). Exploring the structure of misconceptions in the Force and Motion Conceptual Evaluation with modified module analysis. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010121. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010121
- Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. *Frontiers in Psychology*, 13, 1016300. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.1016300