

การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่อง กฎของคูลอมบ์

Development of Learning Using Interactive Simulation on Coulomb's Law

ณัฐรดา ธรรมเวช¹ ปิยสิทธิ์ บัณฑิตสกุลชัย¹

Natrada Thammawech¹ and Piyasit Bandidsakunchai¹

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่อง กฎของคูลอมบ์ ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET Interactive Simulations เรื่อง กฎของคูลอมบ์ ใบกิจกรรมประกอบการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มไม่อิสระกัน (Dependent samples t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริงสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.29$, S.D. = 0.50) โดยแยกเป็นด้านสื่อมีภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.31$, S.D. = 0.49) และด้านการจัดการเรียนรู้มีภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.28$, S.D. = 0.50)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง กฎของคูลอมบ์

¹อาจารย์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, Lecturer, Faculty of Information Technology and Digital Innovation, North Bangkok University

*ผู้ติดต่อ, อีเมล: ณัฐรดา ธรรมเวช, natrada.th@northbkk.ac.th

วันที่รับบทความ (Received) 21 มิถุนายน 2567 วันที่แก้ไขบทความ (Revised) 28 สิงหาคม 2567 วันที่ตอบรับบทความ (Accepted) 29 สิงหาคม 2567

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to compare learning achievement on Coulomb's Law before and after learning using interactive simulation and 2) to study student satisfaction with the use of interactive simulation. The sample was 32 students of North Bangkok University in the second semester of the academic year 2023, selected through purposive sampling. The research instruments were PhET Interactive Simulations on Coulomb's Law, activity sheets for using interactive simulation, a learning achievement test, and a questionnaire on student satisfaction with the use of interactive simulation. The statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and dependent samples t-test.

The research results were as follows:

1. Students' learning achievement on Coulomb's Law after the learning using interactive simulation was higher than before the learning with statistical significance at the .01 level.
2. Students' overall satisfaction with the use of interactive simulation was at a high level ($\bar{x} = 4.29$, S.D. = 0.50), separated into media, overall satisfaction was at a high level ($\bar{x} = 4.31$, S.D. = 0.49), and into learning management, overall satisfaction was at a high level ($\bar{x} = 4.28$, S.D. = 0.50).

Keywords: Learning management, Interactive Simulation, Coulomb's Law

ภูมิหลัง

ในโลกปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการดำเนินชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม การแพทย์ การติดต่อสื่อสาร การคมนาคมขนส่ง รวมไปถึงทางการศึกษาในด้านการจัดการเรียนการสอน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการจัดการศึกษาสามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ 1) การใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ช่วยสอนให้กับผู้เรียนที่อยู่ในระยะทางไกล 2) การใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอน หรือการสอบแบบออนไลน์ และ 3) การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอน (Dabas, 2018) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนร่วมกับการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จะช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ของผู้เรียน และเกิดทักษะทางการเรียน โดยเน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนร่วมกับเทคโนโลยีที่หลากหลาย (อภิชาติ รอดนิยม, 2564) ปัจจุบันมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง (Interactive simulation) ที่สามารถจำลองสถานการณ์จริง ให้ผู้เรียนได้ศึกษาผ่านแบบจำลองเสมือนจริง สามารถจำลองสถานการณ์ได้หลาย ๆ ครั้ง ทำซ้ำ ๆ ได้หลายรอบจนกว่าจะเข้าใจ ช่วยให้

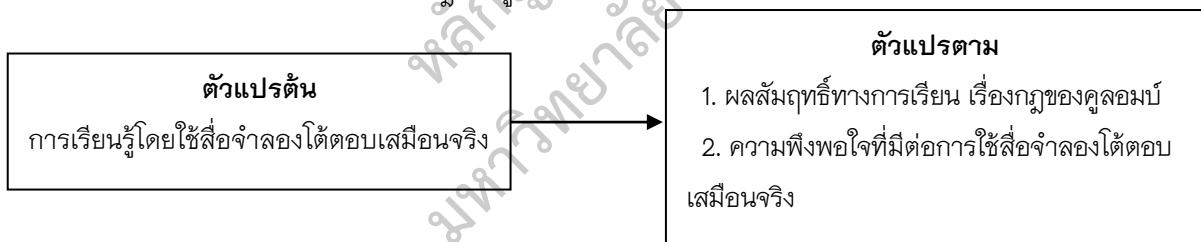
ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถสังเกต ทบทวน และเห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติทางกายภาพที่มีลักษณะเป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจและมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจน คือ การใช้สถานการณ์จำลองโต้ตอบเสมือนจริงของ PhET โดยโครงการ The Physics Education Technology (PhET) ได้ทำการสร้างแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง ซึ่งสามารถใช้งานได้บนเว็บไซต์ <https://phet.colorado.edu/en/simulations> แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเป็นสื่อการสอนที่สามารถจำลองสถานการณ์ทางฟิสิกส์เป็นลักษณะ Visual Animation Graphic แสดงผลลัพธ์ในการทดลอง แสดงผลการคำนวณตัวแปรในทางฟิสิกส์ สำหรับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงมีเนื้อหาที่ครอบคลุมในหลายหัวข้อ ในหลายระดับชั้นตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จนถึงระดับมหาวิทยาลัย และบางแบบจำลองครอบคลุมเนื้อหาขั้นสูง เช่น ปรากฏการณ์เรือนกระจก กฎฟาราเดย์ สเปกตรัมของวัตถุดำ การกระเจิงของรัทเทอร์ฟอร์ด และสร้างคลื่นด้วยฟูเรียร์ เป็นต้น โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 กลุ่มวิชา คือ

ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา วิทยาศาสตร์โลก และคณิตศาสตร์ โดยจุดมุ่งหมายหลักของการสร้างแบบจำลองได้ตอบเสมือนจริง มี 2 ประเด็น คือ เพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน และส่งเสริม ปรับปรุงการเรียนการสอน (Perkins et al., 2006) ผลการใช้แบบจำลองได้ตอบเสมือนจริง พบว่า แบบจำลองได้ตอบเสมือนจริงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน โดยส่วนใหญ่ผู้เรียนมีการรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงทำให้สามารถเข้าถึงสื่อแบบจำลองได้ตอบเสมือนจริงได้อย่างสะดวก เนื่องจากการใช้งานแบบจำลองได้ตอบเสมือนจริง เปิดให้ใช้งานได้ฟรี และยังการใช้งานผ่านทางโปรแกรมสำเร็จรูปที่ไม่ต้องมีการเชื่อมต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ต จึงทำให้แบบจำลองได้ตอบเสมือนจริงมีความสะดวกและเข้าถึงผู้เรียนได้ง่ายมากยิ่งขึ้น (Wieman & Perkins, 2006; Wieman et al., 2008)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น การใช้แบบจำลองได้ตอบเสมือนจริง เป็นการนำเทคโนโลยีมาช่วยเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์ และสอดคล้องกับการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำแบบจำลองได้ตอบเสมือนจริงมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง เรื่อง กฎของคูลอมบ์ มีกรอบแนวคิด ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งการทดลอง (Quasi experimental research) ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest–Posttest Design)

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

ในรายวิชา PHY103: ฟิสิกส์สำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรม เนื่องจากผู้เรียนมีความรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ค่อนข้างน้อย และด้วยเนื้อหาที่มีความซับซ้อน เข้าใจยาก และเป็นนามธรรมมองเห็นภาพไม่ชัดเจน จึงทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความสนใจในรายวิชา รวมไปถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำ ดังนั้นในการแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำสื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริงมาพัฒนาเป็นสื่อการสอนเรื่อง กฎของคูลอมบ์ และได้ออกแบบใบกิจกรรมประกอบการใช้แบบจำลองได้ตอบเสมือนจริง เพื่อนำมาพัฒนาสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพและพัฒนาความสามารถของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่อง กฎของคูลอมบ์ ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา PHY103: ฟิสิกส์สำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET Interactive Simulations เรื่อง กฎของคูลอมบ์ ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET Interactive Simulations เรื่อง กฎของคูลอมบ์ จากเว็บไซต์ <https://phet.colorado.edu/th/simulations/coulombs-law>

2.2 ใบกิจกรรมประกอบการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่อง กฎของคูลอมบ์

2.2.1 ออกแบบใบกิจกรรมประกอบการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่อง กฎของคูลอมบ์ จำนวน 1 ชุด ใช้เวลาในการทำกิจกรรม เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่อง กฎของคูลอมบ์ โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.2 นำใบกิจกรรมประกอบการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่อง กฎของคูลอมบ์ นำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และความสอดคล้องซึ่งจากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า ใบกิจกรรมประกอบการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่อง กฎของคูลอมบ์ มีค่าเฉลี่ย 4.58 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.27 ซึ่งใบกิจกรรมประกอบการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง มีความเหมาะสมมากที่สุด และสามารถนำไปใช้ได้ และค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ (Index of consistency: IOC) ซึ่งใบกิจกรรมมีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67–1.00 ถือว่าสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ

2.2.3 นำใบกิจกรรมประกอบการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริงไปทดลอง (Try out) กับกลุ่มทดลองที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งใบกิจกรรม มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.27–0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2–0.47 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และค่าความเชื่อมั่น (α) ของใบกิจกรรม โดยใช้วิธีของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) มีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.82

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎของคูลอมบ์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

2.3.1 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎของคูลอมบ์ ให้ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมุ่งวัดความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง กฎของคูลอมบ์

2.3.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎของคูลอมบ์ ที่สร้างขึ้น มาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของการวินิจฉัย เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ ซึ่งได้แบบทดสอบที่มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67–1.00 ถือว่าสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ

2.3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎของคูลอมบ์ ที่ได้แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สร้างแบบสอบถามออนไลน์ โดยใช้ Google Form และนำไปทดสอบ (Try out) กับกลุ่มทดลองที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.27–0.77 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20–0.53 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของ Kuder–Richardson ใช้สูตร KR–20 เท่ากับ 0.83

2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง จำนวน 15 ข้อ โดยใช้เกณฑ์ของเบสท์ (Best, 1981) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้น เสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งแบบสอบถามนี้มีค่าความสอดคล้อง 0.67–1.00 ถือว่าสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ และนำไปทดสอบ (Try out) กับกลุ่มทดลองที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบสอบถาม โดยใช้วิธีของครอนบาค ได้ค่าเท่ากับ 0.85

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เตรียมใบกิจกรรมประกอบการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริงในการจัดการเรียนการสอน

3.2 แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน และอธิบายคำชี้แจงขั้นตอนในการเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญ และตั้งใจในการปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ

3.3 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง

3.4 ดำเนินการสอนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้สื่อจำลอง ได้ตอบเสมือนจริง และใบกิจกรรมประกอบการใช้สื่อจำลอง ได้ตอบเสมือนจริง เรื่อง กฎของคูลอมบ์

3.5 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง

3.6 ให้ผู้เรียนประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและ หลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง โดยนำ คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน มาคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที โดยใช้ Dependent samples t-test และนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

4.2 ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้สื่อ จำลองได้ตอบเสมือนจริง โดยวิเคราะห์ข้อมูลหา ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

การใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง เรื่อง กฎของคูลอมบ์ มีผลการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่อง กฎของ คูลอมบ์ ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง ตัวอย่างหน้าเว็บไซต์สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง ของ PhET เรื่อง กฎของคูลอมบ์ แสดงดังภาพประกอบ 2

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่อง กฎของคูลอมบ์ ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลอง ได้ตอบเสมือนจริง แสดงค่าดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษา เรื่อง กฎของคูลอมบ์ ก่อนและ หลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง

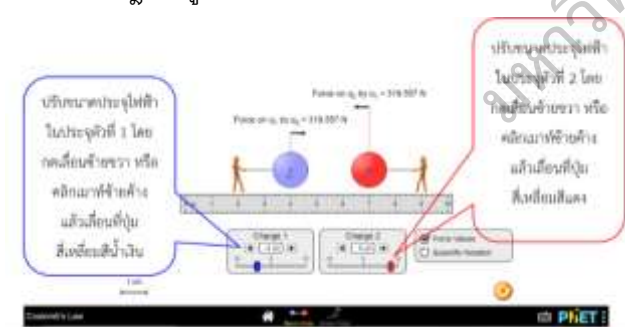
| การทดสอบ | คะแนน เดิม | \bar{x} | ร้อยละ | S.D. | t | p-value |
|-----------|------------|-----------|--------|------|---------|---------|
| ก่อนเรียน | 20 | 7.69 | 38.44 | 2.09 | 33.85** | 0.000 |
| หลังเรียน | 20 | 16.06 | 80.31 | 2.45 | | |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่อง กฎของคูลอมบ์ หลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองได้ตอบ เสมือนจริง สูงกว่าก่อนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนการเรียนรู้ โดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง มีค่า \bar{x} = 7.69 คิดเป็น ร้อยละ 38.44, S.D. = 2.09 ส่วนหลังการเรียนรู้ มีค่า \bar{x} = 16.06 คิดเป็นร้อยละ 80.31, S.D. = 2.45

2. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อ การใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อ การใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง แสดงดังตาราง 2



ภาพประกอบ 2 สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง ของ PhET เรื่อง กฎของคูลอมบ์

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง

| รายการประเมิน | \bar{x} | S.D. | การแปลผล |
|---|-------------|-------------|------------|
| 1. ด้านสื่อ | | | |
| 1.1 เป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับเนื้อหาทางฟิสิกส์ | 4.31 | 0.53 | มาก |
| 1.2 มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่เรียน | 4.43 | 0.56 | มาก |
| 1.3 ช่วยเพิ่มความเข้าใจในทฤษฎีฟิสิกส์ได้มากขึ้น | 4.26 | 0.51 | มาก |
| 1.4 ช่วยกระตุ้นความสนใจมากขึ้น | 4.51 | 0.51 | มากที่สุด |
| 1.5 ช่วยเพิ่มความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดีมากยิ่งขึ้น | 4.20 | 0.53 | มาก |
| 1.6 เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ | 4.26 | 0.44 | มาก |
| 1.7 มีคำชี้แจงและคู่มือของการทำกิจกรรมที่ทำให้เข้าใจง่าย | 4.17 | 0.38 | มาก |
| เฉลี่ยรวม ด้านสื่อ | 4.31 | 0.49 | มาก |
| 2. ด้านการจัดการเรียนรู้ | | | |
| 2.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนเข้าใจง่าย | 4.23 | 0.49 | มาก |
| 2.2 ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติมีส่วนร่วมในกิจกรรม | 4.57 | 0.50 | มากที่สุด |
| 2.3 ส่งเสริมให้มีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเรียนรู้ได้อย่างอิสระได้มากขึ้น | 4.09 | 0.51 | มาก |
| 2.4 ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย | 4.34 | 0.54 | มาก |
| 2.5 กิจกรรมกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ | 4.29 | 0.52 | มาก |
| 2.6 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ และแสดงความคิดเห็น | 4.23 | 0.49 | มาก |
| 2.7 ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนและการทำกิจกรรมโดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง | 4.46 | 0.56 | มาก |
| 2.8 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | 4.00 | 0.42 | มาก |
| เฉลี่ยรวม การจัดการเรียนรู้ | 4.28 | 0.50 | มาก |
| เฉลี่ยรวมทั้งหมด | 4.29 | 0.50 | มาก |

จากตาราง 2 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.29$, S.D. = 0.50) เมื่อแยกรายด้าน ทั้งด้านสื่อและด้านการจัดการเรียนรู้ นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเช่นกัน เมื่อพิจารณาด้านสื่อเป็นรายข้อ ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริงช่วยกระตุ้นความสนใจมากขึ้น มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.51$, S.D. = 0.51) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ มีคำชี้แจงและคู่มือของการทำกิจกรรมที่ทำให้เข้าใจง่าย ($\bar{x} = 4.17$, S.D. = 0.38) ในขณะที่ด้านการจัดการเรียนรู้ ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติมีส่วนร่วมในกิจกรรม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.57$, S.D. = 0.50) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.00$, S.D. = 0.42)

อภิปรายผล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎของคูลอมบ์ ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่อง กฎของคูลอมบ์ หลังการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง สูงกว่าก่อนการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเรียนการสอนโดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริงช่วยให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพและ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น และยังช่วยกระตุ้นความสนใจทำให้เกิดความกระตือรือร้น และอยากรู้ อยากเห็น ในสื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง ผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติมีส่วนร่วมในกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพแรงไฟฟ้าที่กระทำกัน โดยไม่ต้องจินตนาการในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ด้วยตนเอง จึงช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและมองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น รวมถึงใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับสื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง และวัตถุประสงค์ของบทเรียน ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง

ทำให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเพิ่มสูงขึ้นหลังจากการใช้สื่อจำลอง ได้ตอบเสมือนจริง ซึ่งงานวิจัยที่ได้ดำเนินการมีความสอดคล้องกับ Gani et al. (2020); Banda & Nzabahimana (2021) และ Chumba et al. (2020) ได้กล่าวไว้ว่า แบบจำลองของ PhET เป็นสื่อการสอนที่ดีมากในการสอน สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนในด้านฟิสิกส์ได้เป็นอย่างดี รวมถึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น และเป็นแรงจูงใจในการเรียน ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนมากขึ้น และสอดคล้องกับ เสาวรภย์ แสงอรุณ, นवलจิตต์ เขาวกิตพิงศ์, และดวงเดือน สุวรรณจินดา (2564) พบว่า การใช้แบบจำลอง เป็นสิ่งที่ช่วยให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น โดยแบบจำลองเป็นสิ่งที่สร้างขึ้น เพื่อใช้เชื่อมระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นจริง ช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นามธรรม ให้เป็นรูปธรรม เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เพราะแบบจำลอง เป็นสิ่งที่ผู้เรียนสามารถสังเกตเห็นได้ จึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.66 และสอดคล้องกับ จีรวรรณ รักคง, วิทัศน์ ผักเจริญผล และศักดิ์สิทธิ์ ใจพ่อง (2564) ที่พบว่า การนำสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ (PhET) เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน จะช่วยให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิม ที่เข้าใจคลาดเคลื่อนมาก่อนให้ถูกต้อง โดยการใช้อุปกรณ์ บนคอมพิวเตอร์ ที่ทำให้เห็นภาพอย่างชัดเจน กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ มีความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้อุปกรณ์ ได้ตอบเสมือนจริง โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.29$, S.D. = 0.50) ทั้งนี้เนื่องจาก สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริง และใบกิจกรรมที่ออกแบบ มีเนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์ เรียงตามลำดับจากง่ายไปยาก ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยตรง มีการทำงานร่วมกัน เกิดปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในการทำงาน

กิจกรรมกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดความสนใจและเรียนรู้ด้วยความสุข และ สนุกสนาน ช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาและมองเห็นภาพที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น แต่ในการเรียนการสอนในเรื่องของเวลา เป็นข้อจำกัด ดังนั้นต้องมีความยืดหยุ่นสำหรับกลุ่มผู้เรียนที่ใช้ เวลาในการทำกิจกรรมนานกว่าปกติ หรือให้ผู้เรียนกลับไป ทบทวนกิจกรรมด้วยตนเอง เนื่องจากสื่อจำลองได้ตอบ เสมือนจริงสามารถเรียนรู้ในเวลาใดก็ได้ หรือสถานที่ใดก็ได้ ซึ่งความสอดคล้องกับ พิมพ์พัญ ทองกิ่ง (2563) ที่กล่าวว่า บรรยายภาคชั้นเรียนเชิงบวกหรือบรรยายภาคชั้นเรียนที่ดี จะสามารถ สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียน และเรียนรู้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากครูผู้สอนสามารถสร้างบรรยากาศ แห่งการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ดี ย่อมช่วยให้นักเรียนทุกคนรู้สึก ถึงความสำคัญของตนเอง มีกำลังใจที่จะพัฒนาตนเองและ รักการเรียนรู้ เป็นผู้ที่พร้อมจะพัฒนาตนเองอยู่เสมอ ดังนั้น บทบาท ของครูในการจัดบรรยายภาคชั้นเรียนเชิงบวกจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง และ สอดคล้องกับ พัทธิธีรา รัตนพันธ์ และกัญญารัตน์ โคจร (2566) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสร้างแบบจำลอง ทางความคิดตามความเข้าใจและจินตนาการของผู้เรียน เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ได้ศึกษา ทำให้ผู้เรียนมีอิสระ ในการคิดได้อย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งในขั้นตอนของการปรับปรุง แก้ไขแบบจำลอง ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมกัน แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกันในกลุ่ม และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ทั้งชั้นเรียน โดยมีครูคอยสนับสนุน และกระตุ้นโดยใช้คำถาม ให้ผู้เรียนคิดและสะท้อนความคิดออกมาในรูปแบบการสร้าง แบบจำลอง จนกระทั่งได้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถ อธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้อง ผู้เรียนจึงเกิดการเรียนรู้ ผ่านการแสดงความคิดเห็นและการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง ส่งผลให้บรรยากาศในชั้นเรียน เต็มไปด้วยความสนุกสนาน ผู้เรียนมีความสุขและมีแรงจูงใจ ในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผู้เรียนต้องมีอุปกรณ์เทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์ แล็ปท็อป สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือไอแพด สำหรับการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริงประกอบในการทำกิจกรรม
2. ผู้สอนควรติดตาม ตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนด และเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ของกิจกรรมบทเรียน หรือหากผู้เรียนมีประเด็นที่สงสัย ดิติดขัดปัญหา ผู้สอนจะได้ช่วยแนะนำได้ถูกต้อง
3. ควรจัดบรรยากาศในการเรียนรู้แบบเป็นกันเอง และมีความยืดหยุ่นในเรื่องเวลา ปรับเปลี่ยนกิจกรรมตามระดับผู้เรียน และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

4. การเรียนโดยใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET Interactive Simulations สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลาย เช่น ใช้เป็นแบบเรียนสำเร็จรูป ใช้เป็นการทดลองเสมือนจริง ใช้ประกอบกับกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งสามารถมอบหมายให้ผู้เรียนนำไปศึกษาด้วยตนเอง หรือฝึกทบทวนด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อโต้ตอบเสมือนจริงกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการแก้ปัญหา เจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อโต้ตอบเสมือนจริงในผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

เอกสารอ้างอิง

- จิราวรรณ รักคง, วิทัศน์ ผักเจริญผล และศักดิ์สิทธิ์ ใจผ่อง. (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์*, 5(1), 40–51.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พัทธิธีรา รัตนพันธุ์ และกัญญารัตน์ โคจร. (2566). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ ที่มีต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 21(1), 231–248.
- พิมพ์พัญ ทองกิ่ง. (2563). บทบาทครูกับการจัดบรรยากาศชั้นเรียนเชิงบวกในศตวรรษที่ 21. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 4(1), 50–59.
- เสาวรภย์ แสงอรุณ, นวลจิตต์ เขาวงกิตพงศ์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พันธะเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดสุทธิวรารามกรุงเทพมหานคร. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 21(2), 157–173.
- อภิชาติ รอดนิยม. (2564). เทคโนโลยีการศึกษากับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในยุคใหม่. *วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ*, 6(9), 123–133.
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students conceptual understanding in physics: A review of literature. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 1–18.
- Best, J. W. (1981). *Research in education* (4th ed.). New Jersey: Prentice Hall.

- Chumba, A. K., Omwenga, E. N., & Atemi, G. (2020). Effects of using computer simulations on learners academic achievement in physics in secondary schools in Ainamoi Sub–County, Kericho County. *Journal of Research Innovation and Implications in Education*, 4(1), 126–138.
- Dabas N. (2018). Role of Computer and Information Technology in Education System. *International Journal of Engineering and Techniques*, 4(1), 570–574.
- Gani, A., Syukri, M., Khairunnisak, K., Nazar, M., Sari, R. P., Nazar, N., Sari, R. P., Nazar, M., & Sari, R. P. (2020). Improving concept understanding and motivation of learners through Phet simulation word. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4), 042013.
- Perkins, K.K., Adams, W., Dubson M., Finkelstein N., Reid S., Wieman C.E., LeMaster R. (2006). PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18–23.
- Wieman, C. E, Adams, W., S. B., Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations That Enhance Learning. *Science*, 322(5902), 682–683.
- Wieman, C. E. & Perkins, K. K. (2006). A powerful tool for teaching science. *Nature Physics*, 2(5), 290–292.

วารสารวิชาการ
หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร