



บทความวิจัย

ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้วิธีการทดลองทางฟิสิกส์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ทัศนคติและมโนทัศน์ต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Effects of Active Learning in Physics Experiments on Academic Achievement, Attitudes and
Concepts among Grade-11 Students

กิตติคุณ เชี่ยวสกุล^{1*}

Kittikhun Seawsakul^{1*}

บทคัดย่อ

ปัญหาอย่างหนึ่งในการเรียนฟิสิกส์คือทัศนคติของนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าฟิสิกส์เป็นวิชาที่เรียนยากและ
เข้าใจยาก ส่งผลให้แรงจูงใจและทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ลดลง วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษา
ทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และมโนทัศน์ต่อวิชาฟิสิกส์ รวมถึงเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
ตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังเรียนบทเรียนตามการเรียนรู้เชิงรุกผ่านการทดลองทางฟิสิกส์ ตัวอย่างในการศึกษานี้เป็น
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 31 คน โดยรวบรวมข้อมูลตลอดระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา รวบรวมข้อมูลโดยใช้
แบบทดสอบและแบบสอบถาม วิธีทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ
การทดสอบที วิชาฟิสิกส์ที่สอนในงานวิจัยนี้เป็นการเรียนรู้เชิงรุกผ่านการทดลองทางฟิสิกส์ ซึ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมใน
กระบวนการเรียนรู้และทำการทดลองด้วยตนเอง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และแบบสอบถาม
เพื่อประเมินทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และมโนทัศน์ต่อวิชาฟิสิกส์ ใช้การทดสอบ Dependent
t-test ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัย พบว่า คะแนน
หลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน 68.39 เปอร์เซนต์ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การเปลี่ยนแปลงที่มากที่สุด
ในส่วนของทัศนคติต่อฟิสิกส์และมโนทัศน์เกี่ยวกับแนวคิดทางฟิสิกส์ในกลุ่มนักเรียนหลังเรียนบทเรียน คือ นักเรียนรับรู้
แนวคิดทางฟิสิกส์ได้ดีขึ้นเมื่อแนวคิดเหล่านั้นเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับชีวิตประจำวัน และนักเรียนมีความสามารถ
ในการสร้างแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างฟิสิกส์และการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงตามลำดับ

คำสำคัญ : การเรียนรู้เชิงรุก, การทดลองทางฟิสิกส์, ทัศนคติต่อวิชาฟิสิกส์, มโนทัศน์ต่อวิชาฟิสิกส์

Article Info: Received 11 April, 2024; Received in revised form 21 October, 2024; Accepted 9 November, 2024

¹ อาจารย์ประจำสถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อีเมล : kittikhuns@g.swu.ac.th / popkittikhun70@gmail.com

Lecturer in Education Research Development and Demonstration Institute Srinakharinwirot University

Email: kittikhuns@g.swu.ac.th / popkittikhun70@gmail.com

* Corresponding author

Abstract

One of the problems in learning physics is students' attitudes. Most students think that physics is difficult to learn and to understand. This causes students' motivation and attitudes of curiosity towards the physics subject to decrease. The objectives of this work were to investigate students' attitudes towards physics and physics concepts, as well as to compare the academic achievement of the sample group before and after studying the lessons based on active learning through physics experiments. The sample group in this study consisted of 31 Grade 11 students, and data collection was conducted over the course of one semester. Data were collected using tests and questionnaires. The statistical methods used for data analysis included mean, percentage, standard deviation, and t-test. The physics taught in this work was based on active learning through physics experiments that emphasized students' engagement in the learning process and doing experiments on their own. A physics achievement test and a questionnaire were used to evaluate students' attitudes towards physics and physics concepts. A dependent t-test was used for data analysis to compare post-test and pre-test scores of the sample. The results showed that the post-test scores were 68.39 percent higher than the pre-test scores with statistical significance at a level of .05. The greatest changes in regard to the attitudes towards physics and the perceptions of physics concepts among students that had experienced the lessons were as follows: The students perceived physics concepts better when they were closely linked to everyday life, and the students were better able to come up with ideas about the relationship between physics and real-life applications, respectively.

Keywords: active learning, physics experiment, attitudes towards physics, physics concepts towards physics

บทนำ

การเรียนรู้ฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษามีความสำคัญต่อการศึกษาค้นคว้าและอาชีพในอนาคต โดยเฉพาะสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งบุคลากรในสายงานเหล่านี้มีความต้องการสูงในการพัฒนาประเทศ ในรายงานประจำปีของสถานศึกษาของผู้วิจัย (SAR) พบว่า นักเรียนจำนวนมากได้เข้าร่วมแข่งขันและอบรมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์อย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นถึง ความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ เนื่องจากอุตสาหกรรมหลายภาคส่วนต้องปรับตัวสู่ยุคดิจิทัลและใช้ข้อมูลจำนวนมาก (big data) นักเรียนจึงต้องพัฒนาทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งวิชาฟิสิกส์ถือเป็นพื้นฐานสำคัญในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Bybee & McCrae, 2011) ต่อการพัฒนาทักษะในด้านนี้ อย่างไรก็ตามในสถานศึกษาของผู้วิจัย มีนักเรียนส่วนใหญ่มองว่าวิชาฟิสิกส์มีความยากต่อการทำความเข้าใจในเรื่องเกี่ยวกับแรงทางฟิสิกส์ เนื่องจากเป็นสิ่งที่สังเกตและจับต้องได้ยาก ดังนั้นจึงควรนำปัญหานี้มาทำการศึกษาและวางแผนในการแก้ไข เริ่มจากการสร้างแรงจูงใจในการเรียนที่ดีไปพร้อมกับความคิดความเข้าใจต่อวิชาฟิสิกส์ ข้อมูลในงานวิจัยการสำรวจทัศนคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 พบว่า นักศึกษามีทัศนคติที่ว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องใช้ความพยายามในการทำเข้าใจ แต่กลับไม่สามารถนำโน้ตค้นทางฟิสิกส์ไปประยุกต์แก้ปัญหาใดๆได้

(ภาคภูมิ เพ็งสุวรรณ และแสงกฤษ กลั่นบุศย์, 2559) และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาที่แสดงออกในเชิงลบต่อรายวิชา เนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ควบคู่กันในเชิงลึก ส่งผลให้นักศึกษาที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่แน่นพอจะไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้ หรือเข้าใจในเนื้อหาแต่ไม่สามารถนำหลักการพื้นฐานมาแก้ปัญหาทางฟิสิกส์โดยอาศัยคณิตศาสตร์ได้ (มนต์สิทธิ์ ธนสิทธิโกศล และ มิ่งขวัญ ภาคสัณไชย, 2558) จากปัญหานี้ของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยนั้นมีความเชื่อมโยงสืบเนื่องมาจากความรู้พื้นฐานวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาในระดับมัธยมศึกษาที่ยังไม่ดีพอ ในข้อมูลของงานวิจัย พบว่า จากการทดสอบความรู้ด้วยข้อสอบและการสอบถามนักศึกษาโดยตรง ทำให้ทราบว่า การจัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาส่วนมากเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการทำโจทย์ปัญหาเป็นการเน้นการแก้สมการทางฟิสิกส์ที่ไม่ได้มีการเน้นถึงความเข้าใจหรือที่มาของสมการเหล่านั้น ทำให้การเรียนการสอนแบบนี้ก่อให้เกิดผลเสียเมื่อนักเรียนได้มาศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา มีผลงานวิจัยระบุว่าทัศนคติของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์มีผลกระทบต่อการมีส่วนร่วมและผลการเรียนรู้ งานวิจัยยังแสดงให้เห็นอีกว่านักเรียนที่มีทัศนคติเชิงบวกต่อวิชาฟิสิกส์จะมีความสนใจในการเรียนรู้มากกว่า ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะและมโนทัศน์ในวิชานี้มากขึ้น (Adams et al., 2006) และการเน้นความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงทัศนคติของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปรับปรุงการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ฟิสิกส์ไม่ได้เป็นเพียงการรับข้อมูลเท่านั้น แต่ต้องมีการปรับมุมมองของมโนทัศน์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งให้มากขึ้นด้วย (Redish, 2003)

การส่งเสริมการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ควรเริ่มต้นจากการสร้างทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ มากกว่าการเน้นที่เนื้อหาเพียงอย่างเดียว ซึ่งสิ่งนี้สำคัญต่อการเสริมสร้างแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียนของนักเรียน จากการสำรวจ พบว่าทัศนคติมีความเชื่อมโยงกับพฤติกรรมการเรียนรู้ กล่าวคือ นักเรียนที่มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์จะมีแนวโน้มที่จะเรียนรู้และสนใจวิชานี้มากขึ้น (Perkins et al., 2005) เนื้อหาวิชาฟิสิกส์มักอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ ในระบบหนึ่งอาจประกอบด้วยแรงและตัวแปรอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบของสมการ ดังนั้นการเรียนรู้ฟิสิกส์ควรเน้นที่ความเชื่อมโยงระหว่างแรงและตัวแปรเหล่านั้น เพื่อนำไปสู่การแสดงออกของลักษณะของแรงชนิดนั้น ๆ โดยปรากฏการณ์ของแรงเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถสังเกตได้ สิ่งเหล่านี้เป็นกระบวนการในการจำแนก จัดหมวดหมู่ และเชื่อมโยงข้อมูลทั้งหมดอย่างเป็นระบบจนเกิดเป็นมโนทัศน์ (concept) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจภาพรวมของแรงจากตัวแปรแต่ละตัว และสามารถแยกประเภทหรือความแตกต่างของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ (อิทธิเดช น้อยไม้ และ ณัฐวรรณ เฉลิมสุข, 2566) กระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงแก้ปัญหาและการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนของนักเรียนสามารถใช้การเรียนรู้เชิงรุก (active learning) ซึ่งไม่เน้นเพียงเนื้อหา แต่ยังเน้นที่การลงมือปฏิบัติและการใช้ทักษะในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งช่วยให้นักเรียนพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไป นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ทักษะที่หลากหลายและเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำไปแก้ปัญหาต่อไปได้ (ราตรี เลิศหัวทอง, 2565) ดังนั้นการสอนฟิสิกส์เชิงรุกที่เน้นให้นักเรียนลงมือทำจริงผ่านการทดลองของตนเอง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทัศนคติที่ดี มีมโนทัศน์ที่ชัดเจน และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้และการวิเคราะห์ผลจากการทดลองในบทเรียน ซึ่งนำไปสู่การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ การวางแผนงานอย่างมีระบบ สร้างความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง รวมทั้งการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ (ชมพู เนื่องจำนงค์ และคณะ, 2563)

การเรียนรู้ในรูปแบบเชิงรุกเป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและเชื่อมโยงความรู้ด้วยตนเองผ่านการคิดวิเคราะห์ (Bonwell & Eison, 1991) โดยเน้นการจัดกิจกรรมมากกว่าการเรียนเนื้อหา ซึ่งกระบวนการนี้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้และทักษะต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม และการสื่อสาร โดยที่ผู้สอนมีบทบาทให้คำแนะนำและดูแลในระหว่างการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมหรือการทดลองเปิดโอกาสให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผลจากการทดลอง ซึ่งจะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทำให้การเรียนรู้มีความหมายมากขึ้น (สถาพร พงษ์พิบูล, 2558) การเรียนรู้เชิงรุกมีส่วนสำคัญในการเพิ่มทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ เพราะ

กิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์กับชีวิตประจำวัน ช่วยกระตุ้นความสนใจและพัฒนาทัศนคติในทางบวก (Freeman et al., 2014) ในบริบทของห้องเรียนปฏิบัติการทางฟิสิกส์ การใช้การทดลอง การจำลองสถานการณ์ และการอภิปรายช่วยให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนฟิสิกส์สนุกและท้าทาย ทำให้ทัศนคติเชิงลบเกี่ยวกับความยากของวิชานี้ลดลง และเกิดความเข้าใจในเนื้อหาของฟิสิกส์อย่างลึกซึ้งขึ้น (Hake, 1998; Prince, 2004)

ทัศนคติ (attitude) คือ ความรู้สึกและการคิดภายในของบุคคลต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งแสดงออกผ่านพฤติกรรมหรือคำพูด (พระศรีญาณวงศ์ ปณิธิเสวี และคณะ, 2564; อดุลย์ จาตุรงค์กุล, 2543) ทัศนคติเป็นผลจากการเรียนรู้และประสบการณ์ มีลักษณะคงทนและประเมินได้ยาก แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาผ่านไป (ตวงรัก จิรวังนังสี, 2558; สมโภช ศรีวิจิตรวรกุล, 2561) ประสบการณ์ที่ดีจะส่งผลให้เกิดทัศนคติที่ดี (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2556) มโนทัศน์ (concept) คือ ความเข้าใจและการแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ โดยเป็นภาพตัวแทนหรือหมวดหมู่ของปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงกัน (สทวรรษย์ พลหาญ, 2566; McCown & Roup, 1992) มโนทัศน์พัฒนาจากการสังเกตและการเรียนรู้ผ่านการฝึกฝนและประสบการณ์ โดยประสบการณ์นี้จะมีอิทธิพลต่อความคิดของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวและการเชื่อมโยงประสบการณ์ที่ได้พบเห็นจะเป็นไปตามประเภทของมโนทัศน์ที่เกิดขึ้น

ดังนั้นการพัฒนาทัศนคติและมโนทัศน์ที่ดีของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกผ่านการทดลองทางฟิสิกส์ มีความเป็นไปได้ที่สามารถช่วยเพิ่มพูนการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะของนักเรียนได้ เนื่องจากทัศนคติเชิงบวกที่มีต่อวิชาฟิสิกส์จะส่งผลต่อความมุ่งมั่นในการศึกษาและเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดมโนทัศน์ของการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและมีความหมาย การพัฒนาทัศนคติที่ดีเกิดจากวิธีการสอนที่ทันสมัย การใช้สื่อที่เหมาะสม รวมถึงการสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านการทดลองและการมีส่วนร่วม จึงเป็นที่มาของแนวคิดและความสำคัญของงานวิจัยนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในลักษณะของการทดลองทางฟิสิกส์
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของทัศนคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนผ่านกิจกรรมการทดลองทางฟิสิกส์
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนผ่านกิจกรรมการทดลองทางฟิสิกส์

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณในรูปแบบของการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) ที่มีการทดสอบก่อนและหลังเรียนของนักเรียน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุกในลักษณะของการทดลองทางฟิสิกส์ ในช่วงของคาบเรียนปกติในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยทำการชี้แจงรายละเอียดในการทำวิจัยให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับทราบว่ามีกรอบจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์และปฏิบัติตามแนวทางจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ในการปกป้องสิทธิ์และการรักษาผลประโยชน์ให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย ก่อนการจัดการเรียนรู้จะมีการให้ทำแบบสอบถามทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบก่อนเรียนในคาบแรก และในคาบสุดท้ายของการสอนของภาคเรียนจะมีการทำแบบสอบถามทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้ชุดแบบสอบถามและแบบทดสอบเดียวกันทั้งก่อนและหลังเรียน ผลที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ได้แบ่งเนื้อหาเป็น 8 เรื่อง โดยแบ่งเป็น 1 เรื่องต่อ 1 แผน คือ เรื่อง ความหนืดของของเหลว (viscosity of liquids) โมเมนต์ความเฉื่อย (moment of inertia) การทดลอง เรื่อง กฎของบอยล์ (Boyle' law) กฎของฮุกและการเคลื่อนที่

แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย (Hooke's law and simple harmonic motion) การใช้มัลติมิเตอร์ (use of a multimeter) ดัชนีหักเหของตัวกลาง (refraction index of a medium) ความเร็วของเสียงและท่อเรโซแนนซ์ (speed of sound and resonance tube) และการใช้ออสซิลโลสโคป (using an oscilloscope)

จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้จะแบ่งตามเนื้อหาทั้ง 8 เรื่อง ให้นักเรียนได้เรียนรู้และทำการทดลองครบทั้ง 8 แผน โดยตัวอย่างของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความหนืดของของเหลว (Viscosity of Liquids)

ชั้นเรียน : มัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา : 2 คาบเรียน (90 นาที)

จุดประสงค์การเรียนรู้ อธิบายหลักการและปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดของของเหลว ทดลองและวัดความหนืดของของเหลวประเภทต่าง ๆ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ผลการทดลองและเปรียบเทียบคุณสมบัติความหนืดของของเหลวต่าง ๆ ประยุกต์ความรู้เรื่องความหนืดในสถานการณ์จริง เช่น การไหลของน้ำมันหล่อลื่น

สื่อและอุปกรณ์ ได้แก่ หลอดทดลองหรือกระบอกแก้วใส ของเหลวหลากชนิด (น้ำ น้ำมันพืช น้ำเชื่อม น้ำมันเครื่อง เป็นต้น) ลูกเหล็กขนาดเล็ก 5 ขนาด ขนาดละ 5 ลูก ไม้บรรทัด และนาฬิกาจับเวลา แบบบันทึกการทดลอง

ขั้นตอนการเรียนรู้

1. การกระตุ้นความสนใจ (5 นาที) ผู้สอนเริ่มบทเรียนด้วยการตั้งคำถามว่า "ทำไมของเหลวบางชนิดไหลเร็ว ขณะที่บางชนิดไหลช้า" และ "เหตุใดน้ำมันเครื่องต้องมีความหนืดที่เหมาะสมเพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานได้ดี" แนะนำแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับความหนืดและความสำคัญของความหนืดในชีวิตประจำวัน

2. การเรียนรู้แบบร่วมมือ (10 นาที) นักเรียนแบ่งกลุ่ม (2-3 คน) เพื่ออภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่คิดว่าส่งผลต่อความหนืดของของเหลว เช่น อุณหภูมิ ชนิดของของเหลว และแรงภายนอกที่กระทำ แต่ละกลุ่มนำเสนอความคิดเห็นและตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความหนืดของของเหลวต่าง ๆ

3. การทดลองจริง (50 นาที) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองวัดความหนืดของของเหลว โดยใช้วิธีให้ลูกเหล็กตกลงในของเหลวและจับเวลา วัดระยะทางที่ลูกเหล็กตกในของเหลว จับเวลาที่ลูกเหล็กใช้ในการตกผ่านของเหลวในระยะที่กำหนดไว้ ทำซ้ำการทดลองเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ โดยใช้น้ำ, น้ำมันพืช, น้ำเชื่อม, และน้ำมันเครื่อง นักเรียนบันทึกผลการทดลองและคำนวณหาความหนืดของแต่ละของเหลวจากสูตร

4. การอภิปรายและวิเคราะห์ (10 นาที) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองและวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนืดในของเหลวที่ทดลอง ผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนืด เช่น อุณหภูมิ ชนิดของเหลว และแรงระหว่างโมเลกุลของของเหลว นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องความหนืดในสถานการณ์จริง เช่น การเลือกใช้น้ำมันเครื่องที่มีความหนืดเหมาะสม หรือการเลือกสารหล่อลื่นในกระบวนการผลิต

5. การประเมินผล (15 นาที) นักเรียนตอบคำถามสั้น ๆ ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้เกี่ยวกับความหนืดของของเหลวและการคำนวณที่เกี่ยวข้อง ประเมินจากการทำงานกลุ่มและการนำเสนอผลการทดลอง รวมถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมอภิปราย

แบบบันทึกผลการทดลองวิชาฟิสิกส์ที่นักเรียนต้องบันทึกในระหว่างทำการทดลองมีลักษณะเป็นช่องว่างให้เขียนข้อมูลตามหัวข้อ ซึ่งประกอบด้วย รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม วัตถุประสงค์ ข้อมูลเบื้องต้นก่อนการทดลอง เช่น ชนิดของเหลวที่ใช้ในการทดลอง ค่าความหนาแน่นของของเหลวที่ใช้ อุณหภูมิห้องที่ทำการทดลอง เป็นต้น การบันทึกผลการทดลอง เช่น ตารางในการบันทึกผล กราฟ และการแสดงตัวอย่างในการคำนวณ สุดท้ายเป็นการสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง แบบบันทึกผลการทดลองจะแตกต่างกันไปตามเรื่องที่เรียน โดยผลจากการบันทึกจะถูกตรวจสอบเพื่อประเมินความสนใจและความตั้งใจในการเขียนผลการทดลองอย่างครบถ้วนและถูกต้อง การสรุปผลควรสะท้อนถึงความเข้าใจของนักเรียนในแนวคิดพื้นฐานทางฟิสิกส์ เช่น การใช้สมการและการอธิบายปรากฏการณ์ที่เชื่อมโยงกับผลการทดลองและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

นอกจากนี้ ยังมีการประเมินทักษะการวิเคราะห์ การสังเกต การคำนวณ และการตีความผลการทดลอง รวมถึงทักษะในกระบวนการทดลอง เช่น การใช้เครื่องมือและการทำซ้ำเพื่อยืนยันผล ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวัน

ประชากรและตัวอย่างในการวิจัย

ประชากร : นักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรฯ ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 146 คน เนื่องจากเป็นกลุ่มประชากรที่มีประสบการณ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์มาแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้มีทัศนคติและมโนทัศน์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์มาแล้ว

ตัวอย่าง : นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรฯ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 31 คน จาก 2 ห้องเรียนที่กำลังศึกษาในหลักสูตร MED-ENG การคัดเลือกตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive selection) โดยอิงจากความสมัครใจของนักเรียน เนื่องจากผู้วิจัยเป็นผู้ดูแลการสอนในสองห้องเรียนนี้ ทำให้การจัดกิจกรรมและการดูแลนักเรียนเป็นไปอย่างสะดวก เนื้อหาในการเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกับห้องเรียนอื่นในกลุ่มประชากรของงานวิจัยนี้ งานวิจัยได้รับการรับรองจากหน่วยจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยนักเรียนทุกคนได้รับการชี้แจงเกี่ยวกับการวิจัยและสิทธิของผู้เข้าร่วม รวมถึงการรักษาความลับของข้อมูลและผลประโยชน์ของผู้เข้าร่วม หากนักเรียนประสงค์จะถอนตัวจากการวิจัยในระหว่างการดำเนินการ จะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อคะแนนและการเรียนในรายวิชานี้ โดยคำนึงถึงผลประโยชน์ของนักเรียนเป็นหลัก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือในงานวิจัยทั้งหมด ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนและหลังการเรียนรู้ (pretest-posttest) ซึ่งประกอบด้วย ข้อคำถามครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 8 เรื่องที่สอน โดยแต่ละเรื่องมีจำนวนข้อคำถาม 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน แบบทดสอบดังกล่าวเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันทั้งก่อนและหลังการเรียนรู้ การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะประเมินภาพรวมของเนื้อหาทั้ง 8 เรื่อง แบบทดสอบนี้ได้รับการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์และแบบทดสอบ (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน โดยค่าดัชนีของความสอดคล้องมีค่าอยู่ในช่วง 0.5-1.0 ข้อสอบถูกออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวิชา เนื้อหาในข้อคำถามใช้การเชื่อมโยงสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตประจำวันและยกตัวอย่างจากการทดลองในแต่ละเรื่อง เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน การจัดทำแบบทดสอบนี้ได้ถูกนำลงในแพลตฟอร์ม Google Form โดยมีการสลับตัวเลือกในแต่ละข้อคำถามเพื่อลดความเสี่ยงจากการท่องจำคำตอบก่อนเริ่มการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอน และรายละเอียดของการเรียนการสอนให้กับนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในครั้งแรกของการเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนในเนื้อหาทั้งหมด ผลลัพธ์ที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. แบบสอบถามทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียน ออกแบบโดยใช้แนวคิดจากแบบสอบถามทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์จากการพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยโคโลราโด แห่งโบลเดอร์ (Colorado Learning Attitudes about Science Survey; CLASS) ได้รับการทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นผ่านการวิเคราะห์ทางสถิติกับกลุ่มนักศึกษา (Perkins et al., 2005) และแบบสอบถามความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยแมริแลนด์ คอลเลจพาร์ก (University of Maryland) (Redish et al., 1997) แบบสอบถามที่ออกแบบมาได้รับการประเมินดัชนีความสอดคล้อง จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน แบบสอบถามเป็นแบบเลือกระดับความคิดเห็นที่สอดคล้องกับทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ จากมากที่สุด (5 คะแนน) ไปถึงน้อยที่สุด (1 คะแนน) โดยมีข้อคำถามทั้งหมด 15 ข้อ แบ่งเป็นด้านทัศนคติมี 8 ข้อ และด้านมโนทัศน์มี 7 ข้อ โดยทำการเก็บข้อมูลก่อนและหลัง

เรียนในช่วงก่อนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำผลจากค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง

3. แบบบันทึกผลการทดลองของแต่ละเรื่องที่ทำทดลอง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ความสนใจและความตั้งใจในการเขียนผลการทดลองที่ครบถ้วนและถูกต้อง ตามมุมมองความเข้าใจของนักเรียนที่จะสะท้อนว่า นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดพื้นฐานทางฟิสิกส์มากน้อยเพียงใด การสังเกตหรือการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการทดลอง ความเข้าใจในหลักการทางฟิสิกส์และการสะท้อนมโนทัศน์ที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ในแบบบันทึกผลการทดลอง การวิเคราะห์ผลจากการตรวจสอบความครบถ้วนและความละเอียดของข้อมูล ข้อความที่นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการทดลองที่แสดงถึงความเข้าใจในแนวคิดพื้นฐานทางฟิสิกส์ เช่น การอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น

4. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ มีขั้นตอนการเรียนรู้เชิงรุกเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้ ให้โอกาสนักเรียนได้สร้างความรู้จากประสบการณ์จริง เช่น การทดลอง การตั้งคำถาม การวิเคราะห์ และการสะท้อนความเข้าใจของตนเอง โมเดลที่ใช้ในแผนการสอน คือ 5E Instructional Model คือ การกระตุ้นความสนใจ (engage) การสำรวจ (explore) การอธิบาย (explain) การขยายความรู้ (elaborate) และการประเมินผล (evaluate) ใน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 90 นาที รวมเป็น 2 คาบ เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน คือ การกระตุ้นความสนใจ 5 นาที การเรียนรู้แบบร่วมมือ 10 นาที การทดลองจริง 50 นาที การอภิปรายและวิเคราะห์ 10 นาที และการประเมินผล 15 นาที

การเก็บรวบรวมข้อมูล

คาบแรกของเรียนวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบสอบถามทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ และจากนั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน และทำอีกครั้งหลังเรียนในคาบเรียนคาบสุดท้ายของวิชาฟิสิกส์ในภาคเรียนนี้ นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์มาใช้ในการสอน และในแต่ละแผนจะมีการทดลองให้นักเรียนทำการทดลอง 1 เรื่องและนำผลที่ได้จากการทดลองมาบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง ทำทั้งหมดจนครบทั้ง 8 แผนจะได้ผลจากแบบบันทึกผลการทดลองทั้งหมด 8 เรื่องและนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ สรุvmมุมมองของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ในช่วงก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำผลที่ได้คิดค่าเฉลี่ยจากตอบแบบสอบถามของแต่ละข้อและทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังเรียนเพื่อดูรายการที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ในการแปลผลข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยกำหนดเกณฑ์ในการแปลผล ดังนี้ค่าเฉลี่ยช่วง 1.00–1.50 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ช่วง 1.51–2.50 หมายถึง ไม่เห็นด้วย ช่วง 2.51–3.50 หมายถึง ไม่แน่ใจ ช่วง 3.51–4.50 หมายถึง เห็นด้วย ช่วง 4.51–5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

การวิเคราะห์ผลจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยค่าคะแนนในการตอบ 1 ข้อเป็น 1 คะแนน รวมเต็ม 40 คะแนน โดยทำการวิเคราะห์ในภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมดที่ได้สอนไปทั้ง 8 เรื่อง คะแนนที่ได้ทั้งหมดของการตอบจะนำมารวมเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยคะแนนของก่อนและหลังเรียนไปคำนวณคิดค่าร้อยละจากคะแนนเต็ม เพื่อเทียบเป็นค่าร้อยละของผลสอบก่อนและหลังเรียน

หลังการสอนในแผนการสอนทั้ง 8 แผนได้ข้อมูลของจากแบบบันทึกผลการทดลองทั้งหมด 8 เรื่องที่นักเรียนเป็นผู้บันทึกนำมาวิเคราะห์ความถูกต้องของผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหา เปรียบเทียบการบันทึกผลการทดลองกับครั้งก่อนดูพัฒนาการของผู้เรียน การเปลี่ยนแปลงในด้านความเชื่อมั่นในการเรียนฟิสิกส์จากการเขียนอธิบายผลการทดลองในแต่ละครั้ง การสะท้อนความคิดจากการที่นักเรียนอธิบายผลการทดลอง ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทดลองไปเชื่อมโยงกับทฤษฎีทางฟิสิกส์ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงที่สะท้อนถึงความเข้าใจและพัฒนาการด้านมโนทัศน์ โดยนำผลที่ได้ไปอธิบายร่วมกับแบบสอบถามทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียน

ผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในวิชาฟิสิกส์ โดยให้นักเรียนได้ทำการทดลองทางฟิสิกส์ในแต่ละเรื่องตามแผนการจัดการเรียนรู้ และมีการเชื่อมโยงเนื้อหาของการทดลองเข้ากับสถานการณ์ที่นักเรียนจะสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน

ข้อมูลจากตาราง 1 เป็นการแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนจากแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยของคะแนนอยู่ที่ 15.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 38.22 ของคะแนนเต็ม และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 2.46 หลังจากการจัดการเรียนรู้ในทุกเรื่องของการทดลอง นักเรียนได้ทำแบบทดสอบหลังเรียน มีผลค่าเฉลี่ยของคะแนนอยู่ที่ 27.35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.39 ของคะแนนเต็ม และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 2.97 โดยสถิติทดสอบ Dependent t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลของนักเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 1

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ระยะเวลาทดสอบ	<i>n</i>	<i>M</i>	%	<i>SD</i>	<i>t</i> -test
ก่อนเรียน	31	15.29	38.22	2.46	20.26*
หลังเรียน	31	27.35	68.39	2.97	

หมายเหตุ : $p < .05$, $df = 30$, $t = 1.70$

ข้อมูลในตาราง 2 แสดงผลการตอบแบบสอบถามที่สอดคล้องกับทัศนคติของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ ช่วงก่อนเรียนพบว่า ช่วงก่อนเรียนหัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยด้านทัศนคติสูงสุด คือ "ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นต้องอาศัยฟิสิกส์เพื่อช่วยในการอธิบาย" โดยได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.32 ขณะที่หัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยด้านทัศนคติน้อยที่สุด คือ "นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับฟิสิกส์" โดยได้ค่าเฉลี่ย 2.58 เมื่อแปลผลของค่าเฉลี่ยก่อนเรียนพบว่านักเรียนมีความไม่แน่ใจกับเรื่องนี้เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนและนักเรียนทำแบบสอบถามหลังเรียน พบว่า หัวข้อที่นักเรียนมีทัศนคติที่มีค่าเฉลี่ยด้านทัศนคติสูงสุด คือ "ฟิสิกส์เป็นสิ่งที่ใกล้ตัวกับชีวิตประจำวัน" โดยได้ค่าเฉลี่ยสูงถึง 4.48 เมื่อแปลผลของค่าเฉลี่ย พบว่านักเรียนเห็นด้วยกับประเด็นนี้ ส่วนหัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ "นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์" และ "นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับฟิสิกส์" มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกจากก่อนเรียน โดยเพิ่มขึ้น 0.35 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของทุกหัวข้อ พบว่าค่าเฉลี่ยทุกหัวข้อมีการเพิ่มขึ้น โดยหัวข้อที่มีการเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ "ฟิสิกส์เป็นสิ่งที่ใกล้ตัวกับชีวิตประจำวัน" ซึ่งมีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนต่างกันอยู่ที่ 1.23 แสดงให้เห็นว่านักเรียนเริ่มตระหนักถึงความสำคัญของฟิสิกส์ในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้นหลังจากการเรียน

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นในการนำเสนอตัวแทนทัศนคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ระหว่างเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		$M_2 - M_1$
	M_1	SD	M_2	SD	
นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์	2.74	0.57	3.10	0.73	0.35
นักเรียนที่ทุ่มเทความพยายามในการเรียนวิชานี้ มีการเกิดความรู้สึที่คุ้มค้ำกับความพยายาม	3.19	0.64	3.97	0.69	0.77
ฟิสิกส์เป็นสิ่งที่ใกล้ตัวกับชีวิตประจำวัน	3.26	0.76	4.48	0.56	1.23
นักเรียนมีความรู้สึกสนใจ หรือ การเชื่อมต่อกับวิชาฟิสิกส์เป็นส่วนตัวหรือไม่	2.65	0.54	3.42	0.79	0.77
นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับฟิสิกส์	2.58	0.79	3.16	0.81	0.35
นักเรียนสามารถเรียนรู้ฟิสิกส์ได้จากการสอนในชั้นเรียน	3.00	0.36	3.71	0.81	0.71
นักเรียนสามารถเรียนรู้ฟิสิกส์ได้จากการปฏิบัติในชั้นเรียน	3.10	0.39	4.10	0.64	1.00
ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นต้องอาศัยฟิสิกส์เพื่อช่วยในการอธิบายผล	3.32	0.64	4.29	0.58	0.97

ข้อมูลในตาราง 3 ผลการตอบแบบสอบถามที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ในช่วงก่อนเรียนพบว่าหัวข้อที่นักเรียนตอบแบบสอบถามและได้ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ "ฟิสิกส์มีมุมมองเกี่ยวกับการแก้ปัญหา" โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.29 ในขณะที่หัวข้อที่ได้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ "นักเรียนสามารถนำฟิสิกส์ไปใช้แก้ไขปัญหาและเข้าใจเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิด" โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.74 เมื่อแปลผลของค่าเฉลี่ยก่อนเรียน พบว่า นักเรียนมีความไม่แน่ใจกับกับเรื่องนี้ ในช่วงหลังเรียน พบว่าหัวข้อที่นักเรียนให้คะแนนสูงสุด คือ "นักเรียนพบเหตุการณ์บางอย่างในชีวิตประจำวันแล้วคิดถึงฟิสิกส์" โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 4.10 ส่วนหัวข้อที่ได้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดหลังเรียนยังคงเป็นหัวข้อเดิม คือ "นักเรียนสามารถนำฟิสิกส์ไปใช้แก้ไขปัญหาและเข้าใจเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิด" แต่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 3.55 เมื่อแปลผลของค่าเฉลี่ย พบว่า นักเรียนเห็นด้วยกับประเด็นนี้ หัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ "นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชาฟิสิกส์กับการนำไปใช้ในชีวิตจริง" โดยมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนอยู่ที่ 1.16

ตาราง 3

ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นในการนำเสนอตัวแทนโน้ตคนที่มีความพิลึกระหว่างเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		$M_2 - M_1$
	M_1	SD	M_2	SD	
นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชาพิลึกกับการนำไปใช้ในชีวิตจริง	2.84	0.57	4.00	0.80	1.16
นักเรียนเข้าใจและประยุกต์ใช้แนวทางในการคิดและการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา ไม่ใช่การท่องจำหรือทำตามสูตรการเพื่อแก้ปัญหา	2.84	0.81	3.65	0.70	0.81
นักเรียนพบเหตุการณ์บางอย่างในชีวิตประจำวันแล้วคิดถึงพิลึก	2.97	0.86	4.10	0.86	1.13
นักเรียนสามารถนำพิลึกไปใช้แก้ไขปัญหาและเข้าใจกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิด	2.74	0.57	3.55	0.80	0.81
การเรียนรู้พิลึกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับวิธีการทำงานของสิ่งรอบตัวเรา	3.03	0.54	3.94	0.72	0.90
นักเรียนเข้าใจว่าพิลึกมีความสอดคล้องกันกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ และเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้สึก การดึงความเชื่อมโยง และไม่ใช่เป็นการท่องจำ	3.00	0.62	3.94	0.84	0.94
พิลึกมีมุมมองเกี่ยวกับการแก้ปัญหา	3.29	0.68	4.06	0.62	0.77

หลังจากการสอนเนื้อหาและวิธีการทดลอง นักเรียนได้มีโอกาสร่วมกันลงมือทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ซึ่งในช่วงเริ่มต้นของการทดลองครั้งแรก นักเรียนอาจมีความกังวลเกี่ยวกับความถูกต้องในการบันทึกผล แต่ยังคงแสดงความพยายามในการดำเนินการทดลองจนสำเร็จ อย่างไรก็ตามเมื่อมีการทำงานและบันทึกผลการทดลองร่วมกันภายในกลุ่ม และนำผลที่ได้จากการทดลองในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายร่วมกัน นักเรียนเริ่มเข้าใจว่าการทดลองอาจมีความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้กับทุกคน เมื่อนักเรียนทำการทดลองผ่านไป 2-3 เรื่อง นักเรียนเริ่มระบุและอภิปรายปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองได้ และมีความมั่นใจในการตอบคำถามมากขึ้น ส่งผลให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ โดยนักเรียนได้เรียนรู้จากความผิดพลาดและพัฒนาความแม่นยำในการทดลองในครั้งถัดไป นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความเข้าใจในเนื้อหาและมุมมองของการทดลอง สามารถดำเนินการทดลองด้วยตนเองและบันทึกผลได้อย่างถูกต้อง ในกรณีที่เกิดข้อสงสัย นักเรียนจะไม่ลังเลที่จะสอบถามและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนหรือผู้สอน ซึ่งเป็นการสร้างนิสัยในการเรียนรู้และการทำงานที่ดี เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นักเรียนรู้สึกภูมิใจในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองและสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการทดลอง นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นและเชื่อมโยงกับสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ตัวอย่างเช่น การวัดความหนืดของของเหลวจากน้ำผึ้ง การเปลี่ยนสภาพของนมเป็นโยเกิร์ต หรือการศึกษาของสุกในกรณีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของวัตถุ เช่น การแกว่งของชิงช้า การทดลองในวิชาพิลึกจึงช่วยให้นักเรียนเข้าใจพิลึกในชีวิตประจำวันได้ชัดเจนยิ่งขึ้น แม้ว่าผลการทดลองในแต่ละกลุ่มอาจแตกต่างกัน แต่นักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายเหตุผลที่ทำให้ผลการทดลองของตนเองเป็นเช่นนั้น โดยใช้การค้นพบด้วยตนเองเป็นข้อสนับสนุน สำหรับผลการทดลองที่มีความแตกต่างมาก

นักเรียนสามารถระบุปัจจัยหรือปัญหาที่อาจส่งผลต่อผลลัพธ์ได้ เมื่อผ่านการทดลองหลายเรื่อง นักเรียนได้แสดงถึงพัฒนาการในการเรียนรู้และความมั่นใจที่เพิ่มมากขึ้น ผ่านการสะท้อนความคิดจากการอธิบายผลการทดลองและการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจและพัฒนาการด้านโน้ตทัศน์ของนักเรียน รวมถึงทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

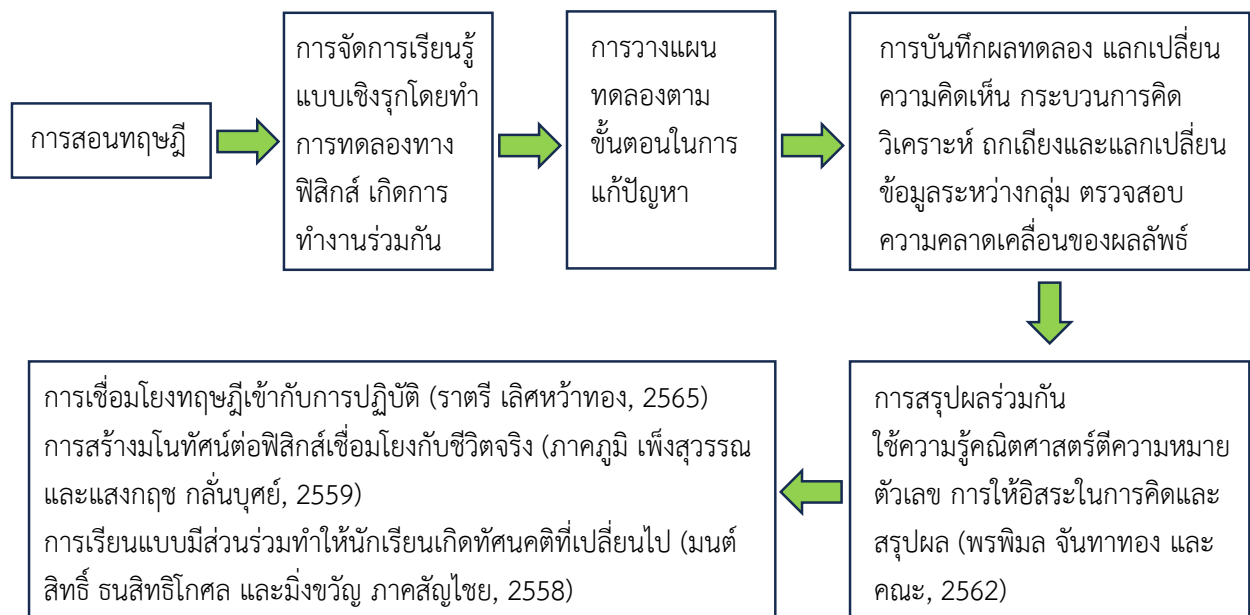
อภิปรายผล

ข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า นักเรียนที่ได้เรียนรู้ฟิสิกส์ผ่านการเรียนรู้เชิงรุกโดยการทดลองส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และทัศนคติที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจากการทดสอบทางสถิติที่ระดับความนัยสำคัญ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่ดีขึ้น ในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติพบว่าค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ในสามอันดับ คือ นักเรียนคิดว่าฟิสิกส์เป็นสิ่งใกล้ตัวกับชีวิตประจำวัน มีค่าอยู่ที่ 1.23 นักเรียนสามารถเรียนรู้ฟิสิกส์ได้จากการปฏิบัติในชั้นเรียน มีค่าอยู่ที่ 1.00 และนักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นต้องอาศัยฟิสิกส์เพื่อช่วยในการอธิบายผล ค่าอยู่ที่ 0.97 ด้านมโนทัศน์พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญสามอันดับ คือ นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชาฟิสิกส์กับการนำไปใช้ในชีวิตจริง มีค่าอยู่ที่ 1.16 นักเรียนพบเหตุการณ์บางอย่างในชีวิตประจำวันแล้วคิดถึงฟิสิกส์ มีค่าอยู่ที่ 1.13 และนักเรียนเข้าใจว่าฟิสิกส์มีความสอดคล้องกันกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้และเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้สึกร การดึงความเชื่อมโยงและไม่ใช้เป็นการท่องจำ มีค่าอยู่ที่ 0.94 ทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น คือ หลังเรียนผู้เรียนมีทัศนคติและมโนทัศน์ที่เห็นด้วยกับรายการที่พิจารณา การเรียนรู้เชิงรุกผ่านการทดลองช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์กับทฤษฎี โดยทำงานร่วมกันในกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และทบทวนผลการทดลอง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังภาพ 1

ดังนั้นในขั้นตอนการเรียนรู้เชิงรุกโดยการทดลองทางฟิสิกส์มีการอธิบายความรู้ทฤษฎีทางฟิสิกส์มีการนำความรู้ไปทำการทดลอง มีการทำงานร่วมกัน เชื่อมโยงการบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสรุปผล และมีการเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนเข้ากับสิ่งที่พบเห็นในชีวิตจริง จึงส่งผลให้เกิดทัศนคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่ดีต่อการเรียน คือ เมื่อนักเรียนมีการเรียนรู้และการเชื่อมโยงในการนำองค์ความรู้ไปอธิบายกับสถานการณ์บางอย่างที่พบเห็นในชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและความพยายามต่อการเรียนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเชื่อมโยงและประโยชน์ของการนำไปใช้ และนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้กับการทดลอง ส่งผลให้เกิดวัตถุประสงค์ของการเรียนและการคิดหาคำตอบจากการทดลอง การตั้งคำถามจากการทดลองและจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบเห็น ผ่านการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมทำให้นักเรียนเกิดทัศนคติที่เปลี่ยนไป (ภาคภูมิ เพ็งสุวรรณ และ แสงกฤษ กลั่นบุศย์, 2559; มนต์สิทธิ์ ธนสิทธิโกศล และ มิ่งขวัญ ภาคสัญญาไชย, 2558) การเรียนรู้เชิงรุกโดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองยังส่งผลต่อมโนทัศน์ที่เปลี่ยนไปในช่วงหลังเรียน คือ นักเรียนพยายามสร้างความเข้าใจหรือมโนทัศน์กับประสบการณ์จากการทดลองและพิสูจน์ทฤษฎีทางฟิสิกส์อย่างเป็นขั้นตอน เกิดการพัฒนาโครงสร้างของความรู้ (knowledge structure) ด้วยตนเอง เกิดการปรับตัวให้สอดคล้องกับประสบการณ์ที่ได้รับ คือ การเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เดิม เกิดการเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาที่มีให้สอดคล้องกับประสบการณ์ที่มีในขณะนั้น (พรพิมล จันทาทอง และคณะ, 2562) ทำให้สิ่งที่นักเรียนได้รู้นั้นมีความหมายต่อตนเอง เกิดมโนทัศน์ต่อวิชาที่เพิ่มขึ้น ฉะนั้นการเรียนรู้เชิงรุกโดยให้นักเรียนได้ทำการทดลองจึงช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้เกิดผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น และส่งผลให้ทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์เปลี่ยนไปในทางที่ดี

ภาพ 1

ผลจากการเรียนรู้เชิงรุกโดยการทำการทดลอง



ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยยังพบว่า หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎีและได้ลงมือปฏิบัติในการทดลองด้วยตนเองทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น เกิดทัศนคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่เปลี่ยนไป โดยนักเรียนเห็นด้วยมุมมองที่ว่า 1) ฟิสิกส์เป็นสิ่งใกล้ตัวกับชีวิตประจำวัน 2) นักเรียนสามารถเรียนรู้ฟิสิกส์ได้จากการปฏิบัติในชั้นเรียนและ 3) ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นต้องอาศัยฟิสิกส์เพื่อช่วยในการอธิบายผล ซึ่งเป็นสามเรื่องที่นักเรียนมีมุมมองที่เห็นด้วยมากที่สุดตามลำดับหลังจากได้เรียนรู้และทำการทดลองด้วยตนเอง และในส่วนของมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นในช่วงหลังเรียนของนักเรียนมุมมองว่า 1) ตัวนักเรียนเองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชาฟิสิกส์กับการนำไปใช้ในชีวิตจริง 2) เมื่อนักเรียนพบเหตุการณ์บางอย่างในชีวิตประจำวันแล้วคิดถึงฟิสิกส์ และ 3) นักเรียนเข้าใจว่าฟิสิกส์มีความสอดคล้องกันกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ และเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้สึกรับรู้ การดึงความเชื่อมโยง และไม่ใช่เป็นการท่องจำ ซึ่งเป็นสามมุมมองของเรื่องมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นที่มีการเปลี่ยนไปมากที่สุดตามลำดับ ผลที่เกิดขึ้นมาจากการที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการเรียนทฤษฎีที่เป็นองค์ความรู้ก่อนหน้าเชื่อมโยงในการนำไปใช้งานกับการทดลอง ทำให้ความรู้นั้นเกิดคุณค่ากับการนำไปใช้งาน เกิดมุมมองของการนำไปประยุกต์ใช้งานกับชีวิตประจำวันหรือเหตุการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ประกอบกับการทดลองในแต่ละเรื่องมีความแตกต่างกันตามเนื้อหาเกิดการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกผ่านการทำการทดลองทางฟิสิกส์ สามารถสร้างการเรียนรู้ให้กับนักเรียนและทำให้เกิดการแสวงหาความรู้เพื่อนำมาอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นผ่านการทำงานร่วมมือกันของสมาชิกเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน เพื่อสรุปผลและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นร่วมกัน จึงทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น ทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียนที่ดีขึ้น (Freeman et al., 2014; Prince, 2004)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

ผู้สอนควรอธิบายขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียดและเน้นย้ำเรื่องความปลอดภัย โดยแนะนำวิธีใช้อุปกรณ์และให้ความระมัดระวัง นักเรียนควรสอบถามผู้สอนหากมีข้อสงสัยในการทำทดลอง และผู้สอนต้องคอยดูแลอย่างใกล้ชิด การปรับปรุงทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียนที่มองว่า ฟิสิกส์เป็นสิ่งที่โหดร้ายจะส่งผลให้มีความกระตือรือร้นในการเรียน ควรสนับสนุนการเรียนรู้เชิงรุกโดยให้นักเรียนได้ทดลองและแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจ การเรียนรู้เชิงรุกไม่เพียงแต่ช่วยให้เกิดความเข้าใจเชิงลึก แต่ยังช่วยพัฒนาทักษะที่สำคัญอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การสังเกต การบันทึกผล และการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ การทำเช่นนี้เป็นการเสริมสร้างความรู้และทักษะที่สามารถนำไปบูรณาการกับวิชาอื่น รวมถึงในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การสนับสนุนให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างกลุ่มระหว่างการทดลอง ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน พัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมและการสื่อสาร

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

การเก็บข้อมูลในแบบสอบถามทัศนคติและมโนทัศน์ของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน สามารถทำการเก็บข้อมูลแยกเป็นเรื่องตามเนื้อหาที่เรียน เนื่องจากในเนื้อหาบางเรื่องนักเรียนมีความสนใจและความถนัดที่แตกต่างกันไป อาจทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกของทัศนคติและมโนทัศน์ในแต่ละเรื่องที่แตกต่างกัน และเนื้อหาที่เรียนในแต่ละเรื่องเป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพที่แตกต่างกัน เช่น ความหนักของของเหลวใช้ในงานประเภทยาและอาหาร ดัชนีหักเหของตัวกลางใช้ในงานด้านการมองเห็นหรือจักษุ และความเร็วของเสียงและท่อเรโซแนนซ์ใช้ในงานเสียงและดนตรี ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ความถนัดของนักเรียนและความชื่นชอบในงานในสายอาชีพนั้นได้ โดยเป็นประโยชน์อย่างมากกับการเรียนที่มีความหมายต่อตัวผู้เรียนในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานนี้ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากสถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา และขอขอบคุณความช่วยเหลือจากคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในการอำนวยความสะดวกตลอดการดำเนินงาน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชมพู เนื่องจำนงค์, ภัทรยุทธ โสภอัสวภรณ์, และ อัจฉรา ธนพิเยอร์. (2563). กรอบทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน. *วารสารวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ*, 6(1), 623-640.

ดวงรัก จิรวัดนรังสี. (2558). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้ชมที่มีต่อ ความรุนแรงในสื่อ*

ศึกษาผ่านภาพยนตร์ เรื่อง Funny Games U.S. (2007) [การค้นคว้าอิสระ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์].

Thammasat University Library. [https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/](https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2015/TU_2015_5707010152_4325_3296.pdf)

2015/TU_2015_5707010152_4325_3296.pdf

พรพิมล จันทาทอง, อรสา จรูญธรรม, และ นิติกร อ่อนโยน. (2562). การศึกษามโนทัศน์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการโค้ชและจิตปัญญาศึกษา.

วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ฯ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 14(2),

271-280.

- พระศรีญาณวงศ์ ปณิตเสวี, พระเมธีปริยัติธาดา จารุปัญโญ, อภินันท์ จันตะนี, ชมพูนุช ช่างเจริญ, และ ราณี จินสุทธิ์. (2564). จิตวิทยาการศึกษา. *วารสารรัฐประศาสนศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 4(2), 70-82. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/SSRUJPD/article/view/251027/172377>
- ภาคภูมิ เพ็งสุวรรณ และ แสงกฤษ กลั่นบุศย์. (2559). การสำรวจทัศนคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54: สาขาศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 54(1), 82-89.
- มนต์สิทธิ์ ธรสิทธิโกศล และ มิ่งขวัญ ภาคสัญญาไชย. (2558). รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานที่มีเจตคติในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับปริญญาตรี. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 8(3), 880-888.
- ราตรี เลิศหว่าทอง. (2565). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้การทำงานกลุ่ม โดยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหนองสังข์วิทยายน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น จังหวัดชัยภูมิ. *วารสารสังคมศาสตร์ปัญญาพัฒนา*, 4(1), 1-8.
- สถาพร พงษ์ฉีกุล. (2560). การบริหารการศึกษากับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 28(2), 36-49. <https://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/3451>
- สมโภช ศรีวิจิตรวรกุล. (2561). จิตวิทยาการเรียนรู้. *จริยสุนทรวงศ์การพิมพ์*.
- สหวรัชญ์ พลหาญ. (2566). ทักษะแห่งอนาคตสำหรับคนรุ่นใหม่ : การทบทวนวรรณกรรมแบบกำหนดขอบเขต. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 41(1), 56-75. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/259846>
- สุรงค์ ไคว้ตระกูล. (2556). จิตวิทยาการศึกษา. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อดุลย์ จาตุรงค์กุล. (2543). *พฤติกรรมผู้บริโภค*. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- อิทธิเดช น้อยไม้ และ ณัฐวรรณ เฉลิมสุข. (2566). เสริมสมรรถนะผู้เรียนด้วยแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุก. *ครุศาสตร์สาร*, 17(1), 13-23. <https://edujournal.bsru.ac.th/publishes/22/articles/475>

ภาษาอังกฤษ

- Adams, W. K., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Dubson, M., Finkelstein, N. D., & Wieman, C. E. (2006). New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 2(1), 1-14. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010101>
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. In ERIC Publications. Office of Educational Research and Improvement (ED), Washington, DC.
- Bybee, R. W., & McCrae, B. (2011). Scientific literacy and student attitudes: Perspectives from PISA 2006 Science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7-26.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.

- McCown, R. R., & Roop, P. (1992). *Educational psychology and classroom practice: Partnership*. Allyn and Bacon.
- Perkins, K. K., Adams, W. K., Pollock, S. J., Finkelstein, N. D., & Wieman, C. E. (2005). Correlating student attitudes with student learning using the colorado learning attitudes about science survey. *American Institute of Physics*, 790(1), 61-64. <https://doi.org/10.1063/1.2084701>
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Redish, E. F. (2003). *Teaching physics with the physics suite*. John Wiley & Sons.
- Redish, E. F., Saul, J. M., & Steinberg, R. N. (1997). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66(3), 212-224.