

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)
ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

A studies the learning achievement and the ability for solving physics problem on
grade 11 students by using 7e learning inquiry methods with the problem solving
techniques In physics

วีรดา ลิ้มปิลสวัสดิ์ (Weerada Limpisawat)*

เชษฐ ศิริสวัสดิ์ (Chade Sirisawat)**

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (Thanawuth Latwong)***

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีราชา ปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 43 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E), เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

*นิสิตการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

***อาจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Abstract

The purposes of this research were to compare grade 11 students' physics learning achievement and problem-solving abilities by using the 7E learning inquiry methods with physics problem-solving techniques between before and after learning and after learning with the 70 percent criterion. The sample consisted of 43 grade 11 students' students from 1 classroom of Sriracha School of the academic year 2020, obtained using the cluster random sampling technique. The research instruments used for the study were the learning management plan of the 7E learning inquiry methods with physics problem-solving techniques, physics achievement test, and physics problem-solving abilities test. The statistics used for analyzing data were mean, standard deviation, dependent samples t-test, and one sample t-test. The results findings were summarized as follows: Physics learning achievement of grade 11 students' who received the 7E learning cycle combined with physics problem-solving techniques after learning was higher than before learning, and after-learning was higher than the 70 percent criterion at the statistical significance at the .05 level. Physics problem-solving abilities of grade 11 students' who received the 7E learning cycle combined with physics problem-solving techniques after learning was higher than before learning, and after-learning was higher than the 70 percent criterion at the statistical significance at the .05 level.

Keywords: 7E Learning Inquiry Methods, Problem Solving Techniques, Learning Achievement in Physics, Physics Problem Solving Abilites

บทนำ

สังคมโลกในปัจจุบัน มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (Ministry of Education, 2017)

วิชาฟิสิกส์ เป็นวิชาที่สำคัญที่สุดวิชาหนึ่ง ฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของสสารกับพลังงาน โดยศึกษาในส่วนของสิ่งไม่มีชีวิตจากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ จนสรุปเป็นทฤษฎีและกฎเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ Silpchai (2006) ความรู้ทางฟิสิกส์เป็นรากฐานของวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ

ดังคำกล่าวของ แฟรงค์ วูดบริดจ์ คอนสแตนต์ (Constant, 1967) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ว่า “วิชาฟิสิกส์เป็นหัวใจของวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ใช้ตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ดังนั้น การเรียนวิชาฟิสิกส์ให้ประสบผลสำเร็จได้นั้น ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ในหลักการของฟิสิกส์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในชีวิตประจำวันได้ ปัจจุบันในโรงเรียนส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนในรูปแบบบรรยาย สอนเนื้อหาตามหนังสือหรือเอกสารประกอบการเรียน ซึ่งการสอนลักษณะนี้ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีตามที่สอนได้อย่างแท้จริง นักเรียนฟังและจดตามเนื้อหาทำให้นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้น ไม่มีความมั่นใจในตนเอง ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ พบว่า นักเรียนไม่สามารถเริ่มต้นการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง และไม่มีขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง เพียงพอ เมื่อให้นักเรียนต่างคนต่างทำแบบฝึกหัดนั้น นักเรียนจะไม่เข้าใจวิธีทำ ในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนแต่ละครั้งจะเปิดดูตัวอย่างโจทย์ที่เคยทำผ่านมาหรือตัวอย่างที่คล้ายกันจากหนังสือแล้วทำตาม การแก้ปัญหาไม่ได้เกิดจากการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเอง ทำให้ไม่มีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาและไม่สามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้ เพราะนักเรียนไม่กล้าที่จะคิดแก้ปัญหาเองได้ (Siriket, 2010) จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์จึงเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับปัญหาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เป็นแนวทางที่จะช่วยให้ นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Prasat, 2015) เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นหาความจริงโดยการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว (Sasithorn, 2013) โดยใช้จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ของไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003) หลังจากทำให้นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) จะทำให้นักเรียนสามารถคิด วิเคราะห์ และแก้โจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องเป็นขั้นตอน สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Arisa (2014) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E สูงกว่าของนักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Daranee (2015) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นสิ่งที่สำคัญต่อการศึกษาวิชาฟิสิกส์ เพราะจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหา ใช้กลยุทธ์ทางสติปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความรู้ ความเข้าใจต่าง ๆ อย่างมีวิจารณ์ญาณ มีเหตุผลและจินตนาการ เพื่อหาแนวปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป (Office of the

National Education Commission, 2001) โดยส่วนใหญ่ได้พิจารณากลยุทธ์เทคนิค กระบวนการแก้ปัญหาอยู่บนพื้นฐานของนักฟิสิกส์ที่สำคัญอย่าง โพลยา (G. Polya, 1957) ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคิดคำนวณได้ สอดคล้องกับโปรโตเลส และโรเปส (Portoles & Lopez, 2008) ได้สรุปปัจจัยที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้สำเร็จ คือ ผู้เรียนต้องรู้และเข้าใจในแนวคิด ทฤษฎี หลักการทางฟิสิกส์ และต้องมีกลยุทธ์ในการนำไปใช้แก้ปัญหา เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนสำหรับการช่วยเหลือ และแก้ไขข้อบกพร่องในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนต่อไป จากการศึกษาวิธีการที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบคำตอบ สำหรับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ เป็นเทคนิคที่มีความต่อเนื่อง สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีวิธีการคิดคำนวณอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถเชื่อมโยงกระบวนการคิดกับหลักการทางฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Thanyarat (2017) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Churairat (2017) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Kanlayanee (2018) พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หมายถึง แนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เป็นไปตามแนวคิดของไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน นำมาใช้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น โดยนำเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ดังกล่าว เข้ามาเสริมในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 ขยายความคิด (Elaboration Phase) และขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation phase) โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) เป็นขั้นที่ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา ทำให้ครูได้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

1.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนเรื่องที่นำเสนอจากความสงสัย หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนเพิ่งได้เรียนรู้ออกมาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามยั่วให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียน

1.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจและทำการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

1.4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป

1.5 ขั้นขยายความคิด (Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดเดิมที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือเหตุการณ์อื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้นสอดคล้องกับประสบการณ์เดิม โดยการเสริมเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้นักเรียน ครูจะแสดงตัวอย่างวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และร่วมกันอภิปรายกับนักเรียน จากนั้นครูให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาตามตัวอย่าง ซึ่งจะประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.5.1 ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา (Focus on the problem) นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาจากนั้นพิจารณาว่า โจทย์ปัญหากำหนดสิ่งใดมาให้บ้าง โจทย์ปัญหาต้องการทราบสิ่งใด โจทย์ปัญหามีเงื่อนไขอะไรเพิ่มเติมหรือไม่ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับโจทย์มีอะไรบ้าง

1.5.2 ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา (Analyzation and plan the solution) นักเรียนกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้หลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ การแปลงข้อความจากโจทย์ให้เป็นแผนภาพตามที่โจทย์ระบุ รวบรวมสูตร สมการ ที่ใช้สำหรับแก้โจทย์ปัญหา จากนั้นหาวิธีการแก้ปัญหาหรือวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา

1.5.3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา (Execute the plan) เป็นขั้นตอนที่จะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของโจทย์ปัญหาตามที่ได้วิเคราะห์และวางแผนไว้ โดยดำเนินการแสดงวิธีหาคำตอบ จากการแก้สมการที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา และระบุคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ

1.5.4 ขั้นตรวจสอบคำตอบ (Validation the answer) ตรวจสอบผลลัพธ์ของคำตอบที่ได้จากการแก้สมการว่าถูกต้องครบถ้วนตามที่โจทย์ต้องการทราบหรือไม่ และหน่วยของคำตอบมีความถูกต้องหรือไม่

1.6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ซึ่งได้จากการให้นักเรียนได้ฝึกทำแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่จะประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ตามที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ในขั้นขยายความคิด (Elaboration Phase)

1.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ครูให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม และเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน โดยครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ใช้วัดความรู้หรือคุณภาพของความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียน ได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ เพียงใด โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของแอนเดอร์สันและคราธวอลล์ ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมิน และการสร้างสรรค์ ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหา วิธีการที่หาทางออกของปัญหาได้โดยไม่ต้องเข้าใจในปัญหา หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่และสามารถหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบตามเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ 4 ขั้นตอน ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้น ได้แก่ ขั้นตอนพิจารณาโจทย์ปัญหา ขั้นตอนวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตอนตรวจสอบคำตอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนศรีราชา อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 158 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนศรีราชา อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 43 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เพราะมีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถทางการเรียน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) แบ่งเนื้อหาเป็น 4 เรื่อง ได้แก่ กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ และตัวเก็บประจุ

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ และตัวเก็บประจุ

จำนวน 4 แผนผ่านการประเมินค่าความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า ความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 4.77 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.35 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.80 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของ

โลเวทมีค่าเท่ากับ 0.86

4.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ 4 ขั้นตอน ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้น กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนทั้ง 4 ขั้นตอนเป็นแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

5 ท่าน พบว่า ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 1.00 จากนั้นวิเคราะห์คะแนนรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของวิทนี และซาเบอร์ พบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.54 – 0.60 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.54 – 0.64 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของโลเวทมีค่าเท่ากับ 0.99

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ใช้ระยะเวลาในการทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ

5.2 ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 4 แผน ใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ 18 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

5.3 เมื่อดำเนินการสอนจบครบตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้ระยะเวลาในการทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

5.4 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ นำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent Sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1)

6.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One Sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2)

6.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent Sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3)

6.4 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One Sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4)

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i> (1-tailed)
ก่อนเรียน	43	8.91	2.17	42	36.372*	.000
หลังเรียน	43	22.72	1.39			

**p* < .05

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.91 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.72 เมื่อทดสอบ

สมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของแอนเดอร์สันและคราวอห์ล ได้แก่ 1) ด้านความรู้ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการประยุกต์ใช้ 4) ด้านการวิเคราะห์ 5) ด้านการประเมินค่า และ 6) ด้านการสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

พฤติกรรม การเรียนรู้	<i>n</i>	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			<i>t</i>	<i>P</i> (1-tailed)
			$\bar{x}$	<i>SD</i>	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$	$\bar{x}$	<i>SD</i>	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$		
ความรู้ความจำ	43	4	2.02	0.99	50.50	3.35	0.65	83.75	7.307*	.000
ความเข้าใจ	43	8	1.77	0.72	22.13	5.77	1.09	72.13	19.499*	.000
การประยุกต์ใช้	43	8	1.56	0.73	19.50	5.65	0.90	70.63	22.526*	.000
การวิเคราะห์	43	6	1.44	0.70	24.00	4.77	0.81	79.50	18.030*	.000
การประเมินค่า	43	2	1.16	0.65	58.00	1.63	0.49	81.50	3.825*	.000
การสร้างสรรค์	43	2	0.95	0.69	47.50	1.56	0.50	78.00	5.215*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของแอนเดอร์สันและคราวอห์ล ได้แก่ 1) ด้านความรู้ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการประยุกต์ใช้ 4) ด้านการวิเคราะห์ 5) ด้านการประเมินค่า และ 6) ด้านการสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ ตาม
พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา
ทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

พฤติกรรมการเรียนรู้	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนน พัฒนาการ	ลำดับร้อยละของค่าเฉลี่ย คะแนนพัฒนาการ
	$\bar{x}$ ร้อยละ	$\bar{x}$ ร้อยละ		
ความรู้ความจำ	50.50	83.75	33.25	4
ความเข้าใจ	22.13	72.13	50.00	3
การประยุกต์ใช้	19.50	70.63	51.13	2
การวิเคราะห์	24.00	79.50	55.50	1
การประเมินค่า	58.00	81.50	23.50	6
การสร้างสรรค์	47.50	78.00	30.50	5

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6
ด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหา
ความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์มีร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการในแต่
ละด้านของพฤติกรรมการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยสามารถเรียงลำดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มี
ร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการจากสูงสุดไปต่ำสุด ได้ดังนี้ 1) ด้านการวิเคราะห์ 2) ด้านการประยุกต์ใช้
3) ด้านความเข้าใจ 4) ด้านความรู้ความจำ 5) ด้านการสร้างสรรค์ และ 6) ด้านการประเมินค่า ตามลำดับ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า
สถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์
ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับ
เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30
คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	เกณฑ์	$\bar{x}$	SD	Df	t	p (1-tailed)
หลังเรียน	43	21	22.72	1.39	42	8.144*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า
สถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์
ปัญหาทางฟิสิกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนเท่ากับ 22.72 คิดเป็นร้อยละ

75.73 เมื่อทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของแอนเดอร์สันและคราวอฮล์ ได้แก่ 1) ด้านความรู้ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการประยุกต์ใช้ 4) ด้านการวิเคราะห์ 5) ด้านการประเมินค่า และ 6) ด้านการสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

พฤติกรรมการเรียนรู้	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70	หลังเรียน		t	P (1-tailed)
				$\bar{x}$	SD		
ความรู้ความจำ	43	4	2.8	3.35	0.65	5.533*	.000
ความเข้าใจ	43	8	5.6	5.77	1.09	1.010	.318
การประยุกต์ใช้	43	8	5.6	5.65	0.90	0.374	.710
การวิเคราะห์	43	6	4.2	4.77	0.81	4.584*	.000
การประเมินค่า	43	2	1.4	1.63	0.49	3.056*	.004
การสร้างสรรค์	43	2	1.4	1.56	0.50	2.064*	.045

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังนี้ ด้านความรู้ความจำ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการประเมินค่า และด้านการสร้างสรรค์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนด้านความเข้าใจ และด้านการประยุกต์ใช้ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของแอนเดอร์สันและคราวอฮล์ ได้แก่ 1) ด้านความรู้ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการประยุกต์ใช้ 4) ด้านการวิเคราะห์ 5) ด้านการประเมินค่า และ 6) ด้านการสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

พฤติกรรมการเรียนรู้	คะแนนเกณฑ์ ร้อยละ 70	คะแนน หลังเรียน ($\bar{X}$)	ลำดับค่าเฉลี่ย คะแนนหลังเรียน
ความรู้ความจำ	2.80	3.35	4
ความเข้าใจ	5.60	5.77	1
การประยุกต์ใช้	5.60	5.65	2
การวิเคราะห์	4.20	4.77	3
การประเมินค่า	1.40	1.63	5
การสร้างสรรค์	1.40	1.56	6

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์มีค่าเฉลี่ยคะแนนในแต่ละด้านของพฤติกรรมการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสามารถเรียงลำดับพฤติกรรมเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนจากสูงสุดไปต่ำสุด ได้ดังนี้ 1) ด้านความเข้าใจ 2) ด้านการประยุกต์ใช้ 3) ด้านการวิเคราะห์ 4) ด้านความรู้ความจำ 5) ด้านการประเมินค่า และ 6) ด้านการสร้างสรรค์ ตามลำดับ

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i> (1-tailed)
ก่อนเรียน	43	7.72	3.22	42	51.757*	.000
หลังเรียน	43	60.53	7.75			

**p* < .05

จากตารางที่ 7 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.72 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 60.53 เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ 1) ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นตอนการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	P (1-tailed)
			$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
1. ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา	43	20	3.58	0.98	15.98	1.96	47.637*	.000
2. ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา	43	20	2.81	1.08	15.42	2.04	43.408*	.000
3. ขั้นตอนการแก้ปัญหา	43	20	0.67	0.97	14.79	1.69	51.743*	.000
4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ	43	20	0.65	0.90	14.35	2.14	44.769*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ 1) ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นตอนการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	ก่อนเรียน $\bar{X}$ ร้อยละ	หลังเรียน $\bar{X}$ ร้อยละ	คะแนนพัฒนาการ	ลำดับร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการ
1. ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา	17.90	79.90	62.00	4
2. ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา	14.05	77.10	63.05	3
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	3.35	73.95	70.60	1
4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ	3.25	71.75	68.50	2

จากตารางที่ 9 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์มีร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยสามารถเรียงลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่มีร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการจากสูงสุดไปต่ำสุด ได้ดังนี้ 1) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา 2) ขั้นตรวจสอบคำตอบ 3) ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา และ 4) ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา ตามลำดับ

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 80 คะแนน) แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 80 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	เกณฑ์	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i> (1-tailed)
หลังเรียน	43	56	60.53	7.753	42	3.835*	.000

**p* < .05

จากตารางที่ 10 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนเท่ากับ

60.53 คิดเป็นร้อยละ 75.66 เมื่อทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 80 คะแนน) พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ 1) ขั้นตอนพิจารณาโจทย์ปัญหา 2) ขั้นตอนวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตอนตรวจสอบคำตอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 80 คะแนน) ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 80 คะแนน)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	n	เกณฑ์ 70%	หลังเรียน			t	p (1-tailed)
			$\bar{x}$	SD	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$		
1. ขั้นตอนพิจารณาโจทย์ปัญหา	43	14	15.98	1.96	79.90	6.621*	.000
2. ขั้นตอนวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา	43	14	15.42	2.04	77.10	4.564*	.000
3. ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา	43	14	14.79	1.96	73.95	2.647*	.011
4. ขั้นตอนตรวจสอบคำตอบ	43	14	14.35	2.14	71.75	1.071	.290

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังนี้ ขั้นตอนพิจารณาโจทย์ปัญหา ขั้นตอนวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา และขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหามีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนขั้นตอนตรวจสอบคำตอบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ 1) ขั้นตอนพิจารณาโจทย์ปัญหา 2) ขั้นตอนวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตอนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	คะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70	คะแนนหลังเรียน ($\bar{X}$)	ลำดับค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน
1. ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา	14	15.98	1
2. ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา	14	15.42	2
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	14	14.79	3
4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ	14	14.35	4

จากตารางที่ 12 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์มีค่าเฉลี่ยคะแนนในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสามารถเรียงลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนการจากสูงสุดไปต่ำสุด ได้ดังนี้ 1) ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบ ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และสมมติฐานข้อที่ 2 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง และช่วยให้นักเรียนสามารถค้นหาความจริง จากการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำนวตรตรวจสอบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Phop, 1999) เพื่อหาคำตอบได้อย่างเป็นระบบมีการวางแผน การจัดการเรียนรู้รอบคอบ มีลำดับ

ขั้นตอนที่ช่วยให้นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะค้นหาสิ่งต่าง ๆ แล้วทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ อย่างราบรื่นเหมาะสม เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ โดยผ่านกระบวนการคิด การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนและช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว โดยที่ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์เรียนรู้ (Sasithorn, 2013) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ การตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนจะช่วยให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามแนวคิดของ ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003) และสามารถช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่สูงขึ้น และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดด้วย สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Arisa (2014) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E สูงกว่าของนักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Daranee (2015) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของแอนเดอร์สันและคราเวอร์ฮัล ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ทุกด้านของพฤติกรรมการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยด้านการวิเคราะห์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านความเข้าใจ ด้านความรู้ความจำ ด้านการสร้างสรรค์ และด้านการประเมินค่า ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ครูได้อธิบายความรู้ให้กับนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่จะเกิดความสนใจ เกิดความเข้าใจ ทำให้ความรู้ที่นักเรียนได้รับจะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยด้านความเข้าใจมีค่าเฉลี่ยสูงสุดรองลงมาคือ ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการประเมินค่า และด้านการสร้างสรรค์ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา ทฤษฎี หลักการทางฟิสิกส์มากขึ้น ส่งผลให้พฤติกรรมด้านความเข้าใจมีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ส่วนพฤติกรรมด้านการสร้างสรรค์ในการวินิจฉัยหรือตัดสินสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าของการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งลงไปในนั้น นักเรียนยังขาดความมั่นใจ นักเรียนบางคนเกิดความสับสนหรือขาดการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ กับทฤษฎี หลักการทางฟิสิกส์

เพราะเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ค่อนข้างยาก และมีความซับซ้อน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการสร้างสรรค์มีคะแนนพัฒนาการต่ำที่สุด

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และข้อที่ 4 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำมาใช้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามที่ถูกผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งจะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ดังกล่าวเข้ามาเสริมในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในขั้นขยายความคิด (Elaboration Phase) และขั้นประเมินผล (Evaluation phase) จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนสูงขึ้นได้ ในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ครูจะแสดงตัวอย่างวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และร่วมกันอภิปรายกับนักเรียน จากนั้นครูให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองและจากการสังเกตนักเรียนในขณะทำการจัดการเรียนรู้และจากการตรวจสอบแบบฝึกหัดโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาครบทั้ง 4 ขั้นตอน ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหา รู้วิธีการและกล่าที่จะเผชิญกับโจทย์ปัญหาต่าง ๆ มากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์สูงขึ้นและสูงกว่าเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Churairat (2017) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Kanlayanee (2018) พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ตามเทคนิคขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ 4 ขั้นตอน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยขั้นดำเนินการแก้ปัญหามีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมา คือ ขั้นตรวจสอบคำตอบ ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา และขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์

ปัญหาทางฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจในเทคนิคขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ 4 ขั้นตอน นักเรียนได้ปฏิบัติลงมือทำแบบทดสอบตามที่ครูได้กำหนดเทคนิคขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนมีความกล้าที่จะแสดงวิธีทำในแต่ละขั้นตอน เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนจึงทำให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างมั่นใจ และนอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ขั้นวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบคำตอบ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจาก ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหา เป็นขั้นตอนแรกที่นักเรียนทุกคนจะต้องอ่านโจทย์ปัญหา แล้วพิจารณาว่า จากโจทย์ปัญหามีสอบข้อมูลอะไรมาให้อ่าน โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร ตัวแปรที่เกี่ยวข้องมีอะไรบ้าง ซึ่งการที่นักเรียนได้พิจารณาโจทย์ปัญหานี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิด เพื่อนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในขั้นตอนต่อไป ดังนั้น ขั้นพิจารณาโจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญและมีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน จึงเป็นขั้นที่มีคะแนนพัฒนาการสูงสุด สำหรับขั้นตรวจสอบคำตอบ เป็นขั้นที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เนื่องจากขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ นักเรียนจะหาคำตอบและระบุหน่วยของคำตอบไม่มีความถูกต้อง ไม่ครบถ้วนตามที่โจทย์ต้องการทราบหรือนักเรียนเติมคำตอบแต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จึงเป็นสาเหตุทำให้ขั้นตอนตรวจสอบคำตอบมีคะแนนพัฒนาการต่ำที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไปสำหรับงานวิจัย

1.1 ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ครูควรฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์วิธีการดำเนินการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยโจทย์ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เนื่องจากโจทย์ฟิสิกส์เป็นโจทย์ที่ยากและมีความซับซ้อน บางครั้งต้องอาศัยการวิเคราะห์แก้โจทย์ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธีขึ้นไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งถัดไป

2.1 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เป็นต้น เนื่องจากในระหว่างที่ทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนแต่ละคนมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติการทดลอง มีส่วนร่วมภายในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน ส่งผลให้นักเรียนมีความสนุกสนานและรู้สึกพึงพอใจกับการเรียนเป็นอย่างมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการกลุ่มมีผลต่อการเรียนของนักเรียนอย่างเห็นได้ชัด

References

- Arisa, S. (2014). The effect of a 7E inquiry activity packages on analytical thinking and physics learning achievement in the topic of light and visual aids of Mathayomsuksa 5 students. Master of Education Thesis, Program in Curriculum and Instruction, Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)
- Churairat, S. (2017). The effects of 7E learning cycle with polya's problem solving techniques on scientific concepts, problem solving abilities, and attitude towards physics of eleventh grade students. Master of Education Thesis, Teaching Science, Faculty of Education, Burapha University. (in Thai)
- Constant, F. W. (1967). Fundamental Principles of Physics. Massachusets: Addisson Wesley Phblising Company.
- Daranee, P. (2015). The effects of learning activities using 7E learning cycle on force and newton's laws of motion to enhance creative thinking achievement and attitude toward physics of Mathayomsuksa 4 students. Master of Education Thesis, Teaching Science, Faculty of Education, Burapha University.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model: A Proposed 7E Model Emphasizes Transferring Learning and the Importance of Eliciting Prior Understanding. The Science Teacher, 70(6), 56-59.
- Kanlayanee, B. (2018). The effects of 7E inquiry learning methods with problem solving technique on tenth grade students' physics concepts and physics problem solving abilities. Master of Education Thesis, Teaching Science, Faculty of Education, Burapha University. (in Thai)
- Ministry of Education. (2017). Basic Education Core Curriculum, B.E. 2551 (revised 2017). Bangkok: Printing House of Agricultural Cooperatives of Thailand.
- Office of the National Education Commission. (2001). Creative Thinkers: An educational management guide for those with high-level thinking skills. Bangkok: The Teachers Council of Ladprao.
- Phop, L. (1999). Teaching science (3rd edition). Bangkok: Thai Wattana Panich.
- Polya, G. (1957). How to solve it. 2nd ed. . New York: Doubleday Anchor Books.
- Portoles, J. S. & Lopez, V. S. (2008). Types of Knowledge and their Relation to Problem Solving in Science: Direction for Practice. Education Science Journal, 6, 105-112.

- Prasat, N. (2015). Learning science in the 21st century. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Sasithorn, W. (2013). Learning management. Bangkok: Odeon Store.
- Silpchai, B. (2006). Research report and development of conceptualization of rotational motion using student experiment and demonstration activities. High school class. Bangkok: Office of the Education Council Secretariat.
- Siriket, M. (2010). Development of problem solving ability and academic achievement in sound physics of Mathayomsuksa 5 students using metacognition techniques. Master of Education Thesis, Program in Curriculum and Instruction, Graduate School, Khon Kaen University. (in Thai)
- Thanyarat, P. (2017). The study of physics problem solving ability and physics achievement on Momentum and collisions of tenth grade students by using The inquiry method incorporated with polya's problem solving technique. Master of Education Thesis, Teaching Science, Faculty of Education, Burapha University. (in Thai)