

การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้  
เทคนิค KWDL  
DEVELOPMENT OF PHYSICS PROBLEM-SOLVING SKILL ON HEAT  
AND GAS OF GRADE 12 STUDENTS THROUGH THE KWDL  
LEARNING MANAGEMENT TECHNIQUE

  
<sup>1</sup>ชนิกานต์ ทับทิม และ <sup>2</sup>ชิดชไม วิสตุกุล

<sup>1</sup>Chanikan Tubtim and <sup>2</sup>Chidchamai Visuttakul

มหาวิทยาลัยรังสิต, ประเทศไทย

Rangsit University, Thailand

<sup>1</sup>Chanikan.tu64@rsu.ac.th

**Received:** September 25,2024; **Revised :**November 4, 2024; **Accepted :**December 28,2024

### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL 2) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (แผนการเรียนวิทย์-คณิต)ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเอกชนแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส จำนวน

---

<sup>1</sup> นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครูสุริยเทพ มหาวิทยาลัยรังสิต

<sup>2</sup> อาจารย์ ดร. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครูสุริยเทพ มหาวิทยาลัยรังสิต

8 แผน 2) แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ 3) แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส โดยใช้เทคนิค KWDL จำนวน 10 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของประชากร ( $\mu$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ( $\sigma$ ) วิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ( $\mu = 45.58$ ,  $\sigma = 7.34$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\mu = 13.16$ ,  $\sigma = 1.73$ ) 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แสดงความคิดเห็นเชิงบวกไปในทิศทางเดียวกันว่า รู้สึกชอบและสนุกกับการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับการเรียนเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

คำสำคัญ : ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์, เทคนิค KWDL, วิชาฟิสิกส์

## Abstract

This research article aims to 1) compare the problem-solving skills in physics, specifically heat and gas problems, of sixth-grade high school students before and after learning through the KWDL technique, and 2) examine the perspectives of sixth-grade high school students regarding learning management using the KWDL technique in the subject of physics, focusing on heat and gas. The population in this study consists of sixth-grade high school students (Science-Mathematics Program) in the first semester of the academic year 2024 from a private school in Phetchaburi Province. There is one classroom with 12 students. The research tools used include 1) Physics learning management plans on heat and gas, totaling 8 plans, 2) problem-solving skills assessment tests in physics on heat and gas, consisting of 4 structured exam questions, and 3) interview surveys to gather student opinions on learning management in physics using the KWDL technique, with 10 questions. Statistical analysis methods employed include population mean ( $\mu$ ), population standard deviation ( $\sigma$ ), and content analysis of interview responses. The research findings indicate that 1) sixth-grade high school students show improved physics problem-solving skills in heat and gas topics after

learning through the KWDL technique ( $\mu = 45.58$ ,  $\sigma = 7.34$ ), compared to before learning ( $\mu = 13.16$ ,  $\sigma = 1.73$ ). Moreover, 2) students generally express positive opinions that they enjoy and find learning with the KWDL technique suitable for solving physics problems.

**Keywords:** Physics Problem-Solving Skills, KWDL Technique, Physics

## บทนำ

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นับว่ามีบทบาทและความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุและผล มีกระบวนการคิด การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาที่มีความเชื่อมโยงต่อเนื่อง ซับซ้อน บางเนื้อหาเป็นนามธรรม ซึ่งมักจะเป็นปัญหาในการเรียน (Adadan, E., Irving, K. E. and Trundle, K. C., 2009) ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอน ส่วนมากครูเน้นการสอนด้วยวิธีบรรยาย การอธิบายเนื้อหาสาระแก่นักเรียน ถ้าผู้สอนไม่มีศิลปะในการบรรยายนักเรียนอาจขาดความสนใจ เป้าหมายต่อการเรียนและถ้าผู้สอนขาดการเรียบเรียงเนื้อหาสาระอย่างเหมาะสม จะทำให้นักเรียนทำความเข้าใจได้ยาก (ทิตินา แคมมณี, 2561) จากผลการประเมินการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) พบว่าคะแนนด้านวิทยาศาสตร์ในการประเมิน 3 ครั้งหลังสุดเป็นดังนี้ การประเมิน PISA 2015 คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 421 คะแนน อยู่ในช่วงลำดับที่ 51-57 จากทั้งหมด 79 ประเทศ การประเมิน PISA 2018 คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 426 คะแนน อยู่ในช่วงอันดับที่ 49 ถึง 54 จากทั้งหมด 79 ประเทศ และผลการประเมินครั้งล่าสุดใน PISA 2022 คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 409 คะแนน อยู่ในช่วงลำดับที่ 58 จากทั้งหมด 81 ประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของภัทรมนัส ศรีตระกูล (2563, น. 213) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติหรือ (PISA) ของ ประเทศไทย (The Factors Affecting of Programmed for International Student Assessment (PISA) in Thailand) พบว่าครูและกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อผลการสอบ PISA ของนักเรียนยุคศตวรรษที่ 21

จากสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยดังกล่าว ครูจึงควรปรับกระบวนการพัฒนาในการจัดการเรียนการสอนให้รูปแบบใหม่ๆ ให้ทันต่อสถานการณ์เปลี่ยนแปลงของโลกให้มากขึ้น เช่น การใช้เทคนิคการสอนให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด กระบวนการทำงาน การแก้ปัญหา การเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือ ICT การคิดเป็นทักษะพื้นฐานของบุคคล เนื่องจากเป็นทักษะที่ต้องนำไปใช้ต่อยอดกับทักษะอื่นๆ ที่มีความซับซ้อนและยากขึ้น นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะทักษะการคิดที่ต้องอาศัยความเข้าใจในการอธิบาย การขยายความ และการสรุป โดยครูควรจัดบรรยากาศในการจัดการเรียนการสอนให้สนุก ไม่น่าเบื่อ มีกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ครูต้องพยายามสร้างบรรยากาศจริยธรรมที่เอื้อต่อการเรียน มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (สุระ วุฒิพรหม และนันทา แดงงาม, 2557, น. 22) ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการเรียนรู้ ทำให้ความรู้คงทนขึ้น นอกจากนี้ครูควรกำหนดเป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ให้อยู่ในระดับที่สูงกว่าความจำ โดยเน้นทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผลและการแก้ปัญหา เพื่อให้สอดคล้องกับหลักแนวคิดการสร้างนวัตกรรมของ PISA โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ (Literacy) คือความสามารถในการตีความ การประเมิน การนำความรู้และทักษะที่เรียนไปใช้ในการดำเนินชีวิต ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีสมรรถนะที่สำคัญ ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ และการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ (วิจารณ์ พานิช และปิยาภรณ์ มัณฑะจิตร, 2563)

วิชาฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญและเชื่อมโยงกับรายวิชาอื่น โดยเฉพาะทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและการคำนวณ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, น. 3-4) ซึ่งอุไรวรรณ ภัยชิต (2553, น. 23) ได้กล่าวถึงทักษะการคิดไว้ว่า การคิดเป็นคุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาขั้นสูง โดยช่วยให้เราสามารถพัฒนาการคิด ให้คิดอย่างเป็นระบบและคิดอย่างมีเหตุผล นักฟิสิกส์ศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่าการสอนให้นักเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นหนึ่งในเป้าหมายหลักของการสอนวิชาฟิสิกส์ เพื่อที่จะขับเคลื่อนไปสู่เป้าหมายและผลสำเร็จ (Metallidou, 2009, pp. 76-82)

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (Know Want Do Learn หรือ KWDL) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้อีกแบบหนึ่งที่ช่วยพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และสามารถพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียนให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีการจัดลำดับขั้นตอน รูปแบบการใช้เทคนิค KWDL ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Ogle (1986) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 K (What we know) เป็นขั้นตอนที่ต้องการศึกษาหรือสำรวจว่านักเรียนรู้อะไรมาบ้าง ขั้นตอนที่ 2 W (What

we want to know) เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนหาสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ ขั้นตอนที่ 3 D (What we do to find out) เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนหาวิธีการ ว่าต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบ และขั้นตอนที่ 4 L (What we learned) เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Shaw et al., 1997, pp. 482-486) วุฒินันท์ คำต๋อน และดุจเดือน ไชยพิชิต (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ KWDL ร่วมกับแผนผังความคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จากการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL เป็นอีกหนึ่งรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยเฉพาะการสอนเรื่องการแก้โจทย์ปัญหา

จากการศึกษาดังกล่าวส่งผลให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL (Know Want Do Learn) ในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เนื้อหาเรื่องความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาเป็น พร้อมทั้งมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในเรื่องอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องต่อไป

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (แผนการเรียน วิทยาศาสตร์) ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ

ส่งเสริมการศึกษาเอกชนแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 12 คน โดยดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้กับนักเรียนทั้งชั้น

## 2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิต เรื่องความร้อนและแก๊ส

## 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิค KWDL จำนวน 8 แผน แผนละ 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ใช้การจัดการเรียนรู้สัปดาห์ละ 4 คาบเรียน รวมจำนวน 4 สัปดาห์

3.2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่มีขั้นตอนการคิดวิเคราะห์ 4 ขั้นตอน จำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน ใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Rubric Scoring)

3.3 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส โดยใช้เทคนิค KWDL จำนวน 10 ข้อ ใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ

## 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL คำนวณหาค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ )

4.2 วิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

## ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL เป็นรายบุคคล (N=12)

| นักเรียน<br>คนที่ | คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ (คะแนนเต็ม 60 คะแนน) |               |                           |                  |               |                            |
|-------------------|--------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|------------------|---------------|----------------------------|
|                   | ก่อนเรียน                                              |               |                           | หลังเรียน        |               |                            |
|                   | $O_1$                                                  | $(O_1 - \mu)$ | $(O_1 - \mu)^2$           | $O_2$            | $(O_2 - \mu)$ | $(O_2 - \mu)^2$            |
| 1                 | 12                                                     | -1.16         | 1.35                      | 43               | -2.58         | 6.66                       |
| 2                 | 10                                                     | -3.16         | 9.99                      | 30               | -15.58        | 242.74                     |
| 3                 | 12                                                     | -1.16         | 1.35                      | 45               | -0.58         | 0.34                       |
| 4                 | 14                                                     | 0.84          | 0.71                      | 48               | 2.42          | 5.86                       |
| 5                 | 12                                                     | -1.16         | 1.35                      | 45               | -0.58         | 0.34                       |
| 6                 | 15                                                     | 1.84          | 3.39                      | 48               | 2.42          | 5.86                       |
| 7                 | 15                                                     | 1.84          | 3.39                      | 50               | 4.42          | 19.54                      |
| 8                 | 13                                                     | -0.16         | 0.03                      | 40               | -5.58         | 31.14                      |
| 9                 | 12                                                     | -1.16         | 1.35                      | 40               | -5.58         | 31.14                      |
| 10                | 12                                                     | -1.16         | 1.35                      | 43               | -2.58         | 6.66                       |
| 11                | 15                                                     | 1.84          | 3.39                      | 55               | 9.42          | 88.74                      |
| 12                | 16                                                     | 2.84          | 8.07                      | 60               | 14.42         | 207.94                     |
| รวม               | 158                                                    |               | 35.72                     | 547              |               | 646.96                     |
|                   | $\frac{158}{12}$                                       |               | $\sqrt{\frac{35.72}{12}}$ | $\frac{547}{12}$ |               | $\sqrt{\frac{646.96}{12}}$ |
|                   | $\mu = 13.16$                                          |               | $\sigma = 1.73$           | $\mu = 45.58$    |               | $\sigma = 7.34$            |

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 12 คน มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คะแนนก่อนเรียน (Pre-test) ที่ต่ำสุดที่นักเรียนได้คือ 10 คะแนน และคะแนนสูงสุดคือ 16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน โดยภาพรวมคะแนนของนักเรียนทั้งหมด 12 คน มีค่าเฉลี่ยของประชากร ( $\mu$ ) 13.16 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) 1.73 คะแนนหลังเรียน (Post-test) ที่ต่ำสุดที่นักเรียนได้คือ 30 คะแนน และคะแนนสูงสุดคือ 60 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน โดยภาพรวมคะแนนของนักเรียนทั้งหมด 12 คน มีค่าเฉลี่ยของประชากร ( $\mu$ ) 45.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) 7.34

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL ของนักเรียนทั้งชั้น (N=12)

| ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ | คะแนนเต็ม | $\mu$ | $\sigma$ |
|------------------------------|-----------|-------|----------|
| ก่อนเรียน                    | 60        | 13.16 | 1.73     |
| หลังเรียน                    | 60        | 45.58 | 7.34     |

จากตารางที่ 2 พบว่านักเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL หลังเรียน ( $\mu = 45.58$ ,  $\sigma = 7.34$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\mu = 13.16$ ,  $\sigma = 1.73$ ) โดยภาพรวมของคะแนนของนักเรียนทั้งหมด 12 คน คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส โดยใช้เทคนิค KWDL ผู้วิจัยได้แบ่งคำถามเป็น 4 ด้าน และสัมภาษณ์เป็นกลุ่มโดยแบ่งกลุ่มนักเรียนตามคะแนนสอบหลังเรียน เป็น 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มเก่ง (41-60) กลุ่มปานกลาง (21-40) และกลุ่มอ่อน (0-20) โดยสรุปเป็นรายด้านดังนี้

ด้านเนื้อหา นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า เนื้อหาที่น่าสนใจ เพราะทำให้เข้าใจการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน มีการจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก ภาษาที่ใช้ในการสอนเข้าใจได้ง่าย เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า ชอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิค KWDL ในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีขั้นตอนการคิด ช่วยให้เข้าใจและจำได้ง่ายขึ้น และรู้สึกอยากเรียนบ่อย ๆ รู้สึกมีความสุขในการเรียนวิชาฟิสิกส์เมื่อครูนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL เข้ามาเป็นตัวช่วยในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ด้านการวัดผลและประเมินผล นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า การออกข้อสอบเพื่อประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนรู้ ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป ทำให้นักเรียนสามารถทำข้อสอบได้มากขึ้น

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ได้พัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในการเรียนฟิสิกส์มาก โดยเฉพาะการลำดับการคิดจากคำถามแต่ละขั้นตอนซึ่งเป็นการแนะแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้เป็นอย่างดี ชอบตอนสุดท้าย (L) ที่ถามว่าเราได้เรียนรู้อะไรบ้าง เป็นการสรุปบทเรียนด้วยตนเอง ฝึกบ่อย ๆ คงจะพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาได้ดีมาก

## อภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัยเป็นประเด็นต่างๆ ตามข้อค้นพบจากการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL จากการวิจัยพบว่านักเรียนทั้ง 12 คน มีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถหากระบวนการหรือวิธีการมาใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ผักพิจารณาตรวจสอบไตร่ตรองข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ผู้สอนจะเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด ให้คำแนะนำ ควบคุมกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ให้ดำเนินไปอย่างราบรื่น ผักขั้นการให้เหตุผล โดยผู้เรียนต้องระบุดสมการและความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์ ตัดสินใจเลือกสมการจากแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ จนสามารถนำสมการมาคำนวณเพื่อตอบปัญหาของสิ่งที่เราต้องการรู้ได้ โดยสามารถระบุขั้นตอนในการหาคำตอบและสิ่งต่าง ๆ ที่เราได้เรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหา ทำให้เกิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากรูปแบบการสอนแบบ KWL ของโอเกล (Ogle 1986) ที่เน้นทักษะการอ่านเป็นฐาน ให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการอ่านได้มากขึ้น เพื่อเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น เช่น นักเรียนที่มีทักษะการอ่านจับใจความจะสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ตรงตามที่โจทย์ต้องการ (จิตรลัดดา นุ่นสกุล, 2555) และในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักขั้นตอนในการแก้ปัญหอย่างมีระบบ มีเป้าหมายที่แน่นอน เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนหาวิธีแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผน และตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ นอกจากนี้ต้องอาศัยยุทธวิธีต่างๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาคด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (เสฏฐรุฒิ มุลอามาตย์, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปารวณ เห่งโคกงาม และธัญญลักษณ์ เชรภักดี (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคำนวณ เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมนักเรียนอยู่ในระดับดี คิดเป็นจำนวนนักเรียนร้อยละ 60 แสดงว่านักเรียนมีทักษะการคำนวณอยู่ในระดับดี

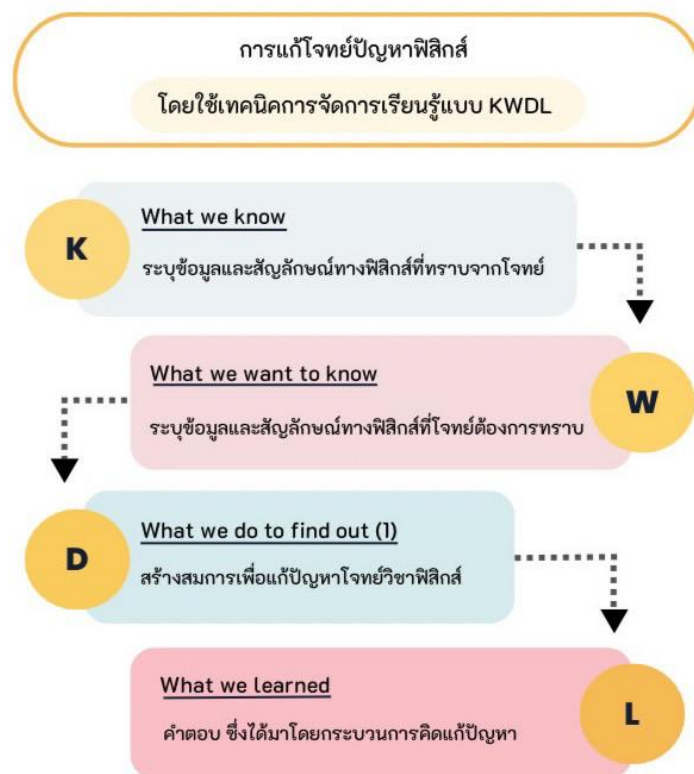
2. จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นกลุ่มประชากรหลังการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส โดยใช้เทคนิค KWDL ใน 4

ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในเชิงบวก ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะเห็นได้จากผล การสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน โดยสรุปแยกเป็นรายด้าน ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา นักเรียน แสดงความคิดเห็นว่า เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ เรียงลำดับเนื้อเรื่องจากง่ายไปหายาก เหมาะสมกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาษาที่ใช้ในการสอนเข้าใจได้ง่าย 2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียน แสดงความคิดเห็นว่าชอบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในการสอนการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์ เพราะครูมีการสอนที่เป็นขั้นตอน ช่วยให้เข้าใจได้ง่ายมากขึ้น และรู้สึกมีความสุข เมื่อครูนำ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL เข้ามาเป็นตัวช่วยในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปารวณ เห่งาโคกงาม และธัญญลักษณ์ เขจรภักดิ์ (2562) ได้ศึกษาการ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน และทักษะการคำนวณ เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ( $\bar{x} = 4.69$ ) 3) ด้านการวัดผลและประเมินผล นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าการออกข้อสอบเพื่อ ประเมินผลการเรียน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถทำ ข้อสอบได้มากขึ้น 4) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ เทคนิค KWDL ช่วยพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในการเรียนฟิสิกส์ได้ดีมาก โดยเฉพาะการ ลำดับการคิดจากคำถามแต่ละขั้นตอนของครูเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ สรุปคือเทคนิค KWDL พัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาได้ดีมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นรินชัยณัฐ ตรีห่าน และ อัญชลี ทองเอม (2558) ได้ศึกษาการใช้เทคนิค KWDL เพื่อการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็ก ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการใช้ KWDL เพื่อการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าและ แม่เหล็ก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า มีความพึงพอใจ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ( $\bar{x} = 4.10$ )

## องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษา

องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาของการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความ ร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL เป็นการ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทั้งแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ของ ผู้เรียนในแต่ละคนให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับขั้น สร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยเน้นการ

ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ เช่น ช่วยกันพิจารณาตรวจสอบไตร่ตรองข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียด รอบคอบ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ ควบคุมกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ให้ดำเนินไปอย่างราบรื่น กระตุ้นให้นักเรียนเกิด กระบวนการคิดการให้เหตุผล โดยการใช้คำถามนำ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุสมการและความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์ และตัดสินใจเลือกสมการจากแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ นำสมการมา คำนวณเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ทำให้เกิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อย่าง ยั่งยืน โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค KWL

จากภาพที่ 1 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค KWL ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ขั้น K (What we know) เป็นขั้นตอนที่ต้องการศึกษาหรือสำรวจว่านักเรียนรู้อะไรมา บ้าง โดยครูผู้สอนจะใช้คำถามนำว่า (เราทราบอะไรบ้างจากโจทย์) เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียน เกิดกระบวนการคิดการให้เหตุผล

2. ขั้น W (What we want to know) เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนหาสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ โดยครูผู้สอนจะใช้คำถามนำว่า (โจทย์ต้องการทราบอะไร) เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ถูกต้องว่าในข้อนี้นักเรียนจะต้องหาอะไรจึงจะได้คำตอบที่ต้องการ คำตอบอาจจะอยู่ในรูปของตัวแปรหรือการบรรยาย

3. ขั้น D (What we do to find out) เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนหาวิธีการ ว่าต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบ โดยครูผู้สอนจะใช้คำถามนำว่า (เราจะมีวิธีหาคำตอบได้อย่างไร) ครูแนะนำให้นักเรียนนำข้อมูลที่นักเรียนหามาในขั้นที่ 1 และ 2 มาเขียนความสัมพันธ์ในรูปของสมการเพื่อเชื่อมโยงเข้ากับสมการทางฟิสิกส์ จากนั้นให้นักเรียนคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบ

4. ขั้น L (What we learned) เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนจะใช้คำถามนำว่า (เราได้เรียนรู้อะไรบ้าง) เป็นขั้นสรุปว่าในข้อนี้มีวิธีหาคำตอบอย่างไรและคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่

## เอกสารอ้างอิง

จิตรลัดดา นุ่นสกุล. (2555). *ครูในอนาคตแห่งศตวรรษที่ 21*. สืบค้นจาก

<https://www.gotoknow.org/post/492081>.

ทิตินา แคมมณี. (2561). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นรินชนันท์ ตระหง่าน และอัญชลี ทองเอม. (2558). *การศึกษาการใช้ KWDL เพื่อการแก้โจทย์ปัญหา วิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็ก*. หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพฯ.

ปารวณ เห่งโคกงาม และธัญญลักษณ์ เขจรภักดิ์. (2562). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคำนวณ เรื่องปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ, ชัยภูมิ.

ภัทรมนัส ศรีตระกูล. (2563). *ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อโครงการประเมินผลนักเรียน ร่วมกับนานาชาติ (PISA) ของประเทศไทย*. วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม, 15(2), 213-227

วิจารณ์ พานิช และปิยาภรณ์ มั่นทะจิตร. (2563). *การศึกษาคุณภาพสูงระดับโลก*. มูลนิธิสยามกัมมาจล: กรุงเทพฯ

- วุฒินันท์ คำดอน และดุจดเดือน ไชยพิชิต. (2564). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค การสอนแบบ KWDL ร่วมกับแผนผังความคิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2556). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, (สสวท.). 2566. ผลการประเมิน PISA 2015-2022 ในระดับนานาชาติ. ข่าวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th>
- สุระ วุฒิพรหม และนัชชา แดงงาม. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ร่วมกับการสาธิตอย่างง่ายต่อความคิดรวบยอดเรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน. บัณฑิตวิทยาลัย :มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- เสฏฐวุฒิ มุลอมาตย์. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวอริยสัจ 4. สารนิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- อำภาพงษ์ มังคละ. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การคิดวิเคราะห์ และการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการเรียนรู้ แบบ K-W-D-L และการเรียนรู้ แบบปกติ. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- อุไรวรรณ ภัยจิต. (2553). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, บุรีรัมย์.
- Adadan, E., Irving, K. E., & Trundle, K. C. (2009). Impacts of multi-representational instruction on high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter". *International journal of science education*. 31(13), 1743-1775.
- Adams, Sam, Leslie C. Ellis and B. F. Beeson. (1977). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York: Harper & Row.

- Metallidou, P. (2009). Pre-service and in-service teachers' metacognitive knowledge about problem solving strategies. *Teaching and Teacher Education*, 25, 76-82.
- Ogle, D. M. (1986). K-W-L: A teaching model that develops active reading of expository text. *The Reading Teacher*, 39(6), 564-570.
- Shaw, J. M., Chambless, M. S., Chessin, D. A., Price, V. & Beardain, G. (1997). Cooperative Problem solving Using K-W-D-L as Organization Technique. *Teaching Children Mathematics*, 3(5), 482-486.

