Received: April 30, 2026 Revised: June 6, 2026
Accepted: June 7, 2026 Published: June 29, 2026

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

Development of Problem-Based Learning Activity Packages on the Topic of Gas Exchange System for Grade 8 Students

กัญญาภรณ์ เพ็งปรางค์[1] วิระภรณ์ ไหมทอง[2] และ ฉัตรชัย เครืออินทร์[2*]
Kanyaporn Pengprak[1] Wiraporn Maithong[2] and Chatchai Kruea-In[2*]

[1] คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
[2] ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
[1] Faculty of Education, Chiang Mai Rajabhat University
[2] Department of Physics and General Science, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University
[*] chatchai_krua@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการจัดการเรียน ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เกณฑ์80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และความสามารถในการคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการวิจัย พบว่า (1) การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆ ของชุดกิจกรรมที่ระดับมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.25/80.20 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่าสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส, การใช้ปัญหาเป็นฐาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

Abstract

The purposes of this research were: (1) to determine the efficiency of problem-based learning (PBL) activity packages on the topic of the gas exchange system for Grade 8 students based on the 80/80 criterion; (2) to compare the students' learning achievement and students' creative problem-solving ability before and after learning through the PBL activity packages.

The results revealed that: (1) the developed PBL activity packages were rated at a high level of appropriateness, with an efficiency of 83.25/80.20, which met the established 80/80

criterion; (2) students' post-learning achievement and students' creative problem-solving ability scores were significantly higher than their pre-learning scores at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Gas Exchange System, Problem-Based Learning, Learning Achievement

บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นศาสตร์สากลที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อมนุษย์ เพราะวิทยาศาสตร์นั้นมีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์ทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ วิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรา รวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สืบเสาะหาองค์ความรู้ เป็นวิธีคิดอย่างเป็นระบบ คิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ การพัฒนาการทดลองและการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ตลอดเวลาและทุกที่ไม่จำกัดเฉพาะในห้องเรียน การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงเน้นกระการที่ให้ผู้เรียนเป็นคนคิดเป็น แก้ไขปัญหาได้ ลงมือปฏิบัติจริง นอกจากนี้การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนได้มีความสามารถคิดอย่างวิจารณญาณ การสื่อสาร การทำงานเป็นทีมและการสร้างสรรค์ อย่างไรก็ตาม ภาพรวมแนวโน้มคะแนนสอบ O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ยังคงอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าครึ่งของคะแนนเต็ม ของการสอบทุกปี (ปี 2561-2566) (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2567) และผลการประเมิน PISA 2022 ด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนไทยอยู่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยสากล สะท้อนว่านักเรียนยังขาดการสร้างองค์ความรู้อย่างลุ่มลึก ซึ่งจะส่งผลให้เรียนอย่างเข้าใจและสามารถจดจำองค์ความรู้ได้นานมากขึ้น พร้อมที่นำไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ และขาดทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์และประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2567) จากปัญหาดังกล่าวชี้ว่าการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ความเข้าใจที่ลุ่มลึกของตนเอง จากการเรียนรู้เพื่อใช้องค์ความรู้ไปประยุกต์แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ไม่ใช่เป็นการท่องจำเพียงอย่างเดียวโดยการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อกระตุ้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดวิเคราะห์เชิงลึก ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีแนวทางตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าว (ธีระสันต์ ช่วยรักษา, 2567) และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดอย่างสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น (Zhan et. al., 2024)

การจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิชาผ่านประสบการณ์ในการแก้ปัญหาปลายเปิดที่พบในเนื้อหาที่กระตุ้นความสนใจ กระบวนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ไม่ได้มุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ แต่จะช่วยให้การพัฒนาทักษะและคุณลักษณะที่พึงประสงค์อื่น ๆ จึงรวมถึงการได้รับความรู้การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และทักษะการสื่อสาร กระบวนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานได้รับการพัฒนาเพื่อการศึกษาด้านการแพทย์ (Barrows & Tamblyn, 1980) และนับแต่นั้นได้มีการขยายการใช้งานสำหรับโปรแกรมการเรียนรู้อื่น ๆ กระบวนการนี้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะที่ใช้สำหรับการฝึกในอนาคต ช่วยเพิ่มการประเมินที่สำคัญการสืบค้นข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องภายในสภาพแวดล้อมของการทำงานเป็นกลุ่ม

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) คือ สนับสนุนให้มีการเรียนรู้อย่างลุ่มลึก (Deep Approach) ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเรียนอย่างเข้าใจและสามารถจดจำได้นานมากขึ้นเกิดเป็นการเรียนรู้อย่างแท้จริง สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นคุณสมบัติจำเป็นที่ทุกคนควรมี เพราะสามารถพัฒนาไปเป็นผู้ที่มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learner) ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียน เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ทั้งครูและนักเรียนสนุกกับการเรียนในส่วนผู้เรียนรู้สึกสนุกกับการเรียนเพราะได้มีบทบาทในการเรียนรู้เอง (Play Active Part) เช่น การอภิปรายถกเถียงในระหว่างการทำกลุ่มย่อย ทำให้ครูเห็นพัฒนาการทางด้านทักษะต่างๆ ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน นอกจากนี้ครูยังได้มีโอกาสเรียนรู้ข้ามสาขาที่ตนชำนาญ แล้วเรียนรู้ไปกับนักเรียน สามารถเห็นความเชื่อมโยงของศาสตร์ต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น ทำให้เกิดความคิดกว้างไกล การจัดการเรียนรู้โดยให้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนส่งเสริมสนับสนุนให้มีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสาร การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การหาข้อสรุปเมื่อมีความขัดแย้งเป็นต้น (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์, 2544)

จากการศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่ามีหลากหลายรูปแบบ มีแนวคิดที่คล้ายคลึงกัน และแตกต่างกันบ้างในบางขั้นตอน ซึ่งในงานนี้ได้สังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยเริ่มจากการนำเสนอปัญหา หรือระบุสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบแลกเปลี่ยนแก๊ส วิเคราะห์ปัญหาผู้เรียนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้เดิมและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ต่อมาผู้เรียนตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา แสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้วิชาการต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นแนวคิดของตนเองภายในกลุ่มย่อย อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้าแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม และประเมินผลการเรียนรู้ ในรูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาประเภทสื่อประสมที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ เปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ มาเป็น ผู้สร้างองค์ความรู้ ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก (กฤษณะ ประฉิมมะ และเอื้อมพร หลินเจริญ, 2567)

ในงานนี้ได้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) มาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบแลกเปลี่ยนแก๊ส การศึกษาในเรื่องนี้เหตุเพราะเป็นหน่วยที่ไม่เล็กและไม่ใหญ่จนเกินไป เหมาะสมสำหรับระยะเวลาในการนำชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ และยังเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวกับผู้เรียน ทำให้นักเรียนเห็นภาพรวมของกระบวนการ การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน อีกทั้งระบบแลกเปลี่ยนแก๊ส ระบบหายใจ เป็นระบบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต เพราะว่าการดำรงชีวิตนอกจากจะใช้อาหารและน้ำเป็นพลังงานแล้ว ยังจำเป็นที่จะต้องใช้การแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์มาเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนเมตาบอลิซึม ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เกณฑ์ 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบการทดลองเบื้องต้น (pre-experimental design) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยแบบวิจัยเชิงทดลอง 1 กลุ่มที่มีการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มทดลองและกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มทดลองนำร่อง (Piloting) ในการวิจัยนี้ ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านศรีบุญเรือง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้ ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสันป่าสัก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมประกอบไปด้วย 1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม 2 ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด 3 เนื้อหาสาระและสื่อการสอน 4 แบบประเมิน โดยในชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นในงานวิจัยมี 3 เรื่องย่อย ได้แก่ 1. เรื่องโครงสร้างที่ใช้ในการหายใจของคน 2. เรื่องกระบวนการหายใจเข้า-ออกและฝุ่นควัน 3. เรื่องภัยจากบุหรี่ แต่ละเรื่องใช้เวลา 3 ชั่วโมง รวมเวลาในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดจำนวน 9 ชั่วโมง โดยแต่ละเรื่องใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานแบบ 7 ขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนของแต่กิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานแบบ 7 ขั้นตอน

ขั้นตอน	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3
สถานการณ์ปัญหา	โรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจที่มากับหน้าฝน	ตำรวจปฏิบัติหน้าที่พื้นที่เสี่ยง ป่วยเป็นโรคทางเดินหายใจ 70 %	บุหรี่มือสอง

1.ทำความเข้าใจคำศัพท์	นักเรียนค้นหาและอธิบายคำศัพท์ใหม่จากข้อมูลในชุดกิจกรรม คำศัพท์ใหม่ เช่น ระบบทางเดินหายใจ โรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ เชื้อโรคที่เกี่ยวข้อง	นักเรียนค้นหาและอธิบายคำศัพท์ใหม่จากข้อมูลในชุดกิจกรรม คำศัพท์ใหม่ เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก	นักเรียนค้นหาและอธิบายคำศัพท์ใหม่จากข้อมูลในชุดกิจกรรม คำศัพท์ใหม่ เช่น บุหรี่มือสองคืออะไร
2.ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	นักเรียนร่วมกันตั้งปัญหาร่วมกันจากข้อมูลในชุดกิจกรรม เช่นระบบหายใจประกอบด้วยอะไรบ้าง และแต่ละอวัยวะทำหน้าที่อย่างไร	นักเรียนร่วมกันตั้งปัญหาร่วมกันจากข้อมูลในชุดกิจกรรม เช่น กลไกการหายใจเป็นอย่างไร ทำไมจึงป่วยเป็นโรคทางเดินหายใจ	นักเรียนร่วมกันตั้งปัญหาร่วมกันจากข้อมูลในชุดกิจกรรม เช่น บุหรี่มือสองเกี่ยวข้องกับระบบหายใจอย่างไร มีโทษอย่างไร
3.ระดมสมองวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ	นักเรียนระดมสมองเพื่อตอบปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาของขั้นตอนที่ 2 จากองค์ความรู้เดิม	นักเรียนระดมสมองเพื่อตอบปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาของขั้นตอนที่ 2 จากองค์ความรู้เดิม	นักเรียนระดมสมองเพื่อตอบปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาของขั้นตอนที่ 2 จากองค์ความรู้เดิม
4. อธิบายและตั้งสมมุติฐาน	นักเรียนตั้งสมมุติฐานจากปัญหา เช่น โรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ จะเกิดการติดเชื้อที่อวัยวะใดในร่างกายบ้าง	นักเรียนตั้งสมมุติฐานจากปัญหา เช่น การหายใจออก ปริมาตรของปอดลดลง ปอดจะดันอากาศออกสู่ภายนอก	นักเรียนตั้งสมมุติฐานจากปัญหา เช่น เมื่อมีคนสูบบุหรี่ คนที่อยู่บริเวณใกล้เคียงได้รับโทษจากบุหรี่ จะมีวิธีการป้องกันหรือแก้ไขอย่างไร
5.กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ระบุและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจได้	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ สร้างแบบจำลองกลไกการหายใจได้	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ บอกความสำคัญของระบบหายใจ และแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบหายใจได้

6.ค้นคว้าหรือทดลอง	นักเรียนค้นคว้า เพื่อหาคำตอบ	นักเรียนค้นคว้าออกแบบการทดลองและทดลองเพื่อหาคำตอบ	นักเรียนค้นคว้าออกแบบการทดลองและทดลองเพื่อหาคำตอบ
7.รายงานข้อมูลสารสนเทศใหม่ที่ได้	นักเรียนสรุปผลและนำเสนอ	นักเรียนสรุปผลและนำเสนอ	นักเรียนสรุปผลและนำเสนอ

หมายเหตุ ทุกขั้นตอนครูผู้สอน มีบทบาทเป็นผู้สนับสนุนและผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) โดยมีหน้าที่หลักดังนี้ 1. ออกแบบปัญหา 2. กระตุ้นการคิด 3. ให้คำปรึกษา 4. จัดการชั้นเรียน 5. ประเมินผล

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในครั้งนี้ ได้ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยพบว่ามีค่าความสอดคล้อง เฉลี่ยอยู่ที่ 0.67-1.00 จากนั้นได้ทำการประเมินความเหมาะสมเป็นระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. แผนการจัดการเรียนรู้			
1.1 สาระสำคัญมีความสออดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.33	0.58	มาก
1.2ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกันเนื้อหา	4.33	0.58	มาก
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดความรู้ด้านเนื้อหาได้	4.33	0.58	มาก
1.5 เนื้อหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	0.58	มาก
1.6 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
1.7 กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58	มาก
1.8กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
1.9 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.58	มาก
1.10สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	4.33	0.58	มาก
1.11 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	0.58	มาก

1.12 สื่อการเรียนการสอนทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น	4.00	0.00	มาก
1.13 การวัดผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
1.14 การวัดผลสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.58	มาก
2. ชุดกิจกรรม			
2.1 คำชี้แจ้งสำหรับครูสื่อความหมายชัดเจน	4.00	0.00	มาก
2.2 คู่มือครูสื่อความหมายชัดเจน	4.33	0.58	มาก
2.3 คำชี้แจ้งสำหรับนักเรียนสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.33	0.58	มาก
2.4 สื่อสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
2.5 แบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	มากที่สุด
2.6 แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มเหมาะสมกับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอน	4.33	0.58	มาก
2.7 เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.41	0.21	มาก

เกณฑ์ระดับความเหมาะสมของชุดกิจกรรม

ค่าเฉลี่ย	แปลค่า
4.51-5.00	มากที่สุด
3.51-4.50	มาก
2.51-3.50	ปานกลาง
1.51-2.50	น้อย
0.51-1.50	น้อยมาก

จากตารางที่ 2 เห็นได้ว่า ภาพรวมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.41, S.D.= 0.21)

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ 50 คะแนน ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยอยู่ที่ 0.67-1.00 มีค่าความยากง่ายในช่วง 0.20-0.80 ดังนี้ ข้อสอบที่มีความง่าย พอใช้ได้ อยู่ในช่วง 0.61-0.80 จำนวน 9 ข้อ ข้อสอบที่มีค่อนข้างง่าย ดี อยู่ในช่วง 0.51-0.60 จำนวน 21 ข้อ ข้อสอบยากง่ายพอเหมาะดีมาก อยู่ในช่วง 0.50 จำนวน 10 ข้อ ข้อสอบที่มีค่อนข้างยาก ดี อยู่ในช่วง 0.40-0.49 จำนวน 6 ข้อ ข้อสอบที่มีความง่าย พอใช้ได้ อยู่ในช่วง 0.61-0.80 จำนวน 4 ข้อ ค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.45 - 0.78 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72

3. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสร้างสรรค์ เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อแต่ละข้อมี 4 ข้อย่อย 16 คะแนน ในแต่ละข้อออกแบบเป็นสถานการณ์จำลอง มีข้อคำถามที่เกี่ยวกับ การเข้าใจความท้าทาย การหาทางเลือก การเตรียมการแก้ปัญหา และการวางแผนการ ตามแนวคิดของ Donald J Treffinger (Treffinger et. al., 2008) มีค่าความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยมีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

1. ประชุมชี้แจงแก่นักเรียนและคุณครูเกี่ยวกับความสำคัญ และขั้นตอนของการวิจัยครั้งนี้
2. ทำการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสร้างสรรค์
3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม 1 ชุดกิจกรรม มีเรื่องย่อย 3 เรื่อง เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นของแต่ละเรื่องย่อย ทำการทดสอบย่อยของแต่ละเรื่อง
4. เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเสร็จสิ้น ทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน และมีการสลับลำดับข้อคำถาม และคำตอบ
5. นำคะแนนที่รวบรวมได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบทั้งสอง ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยนำชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 3 ท่าน โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองนำร่อง นักเรียนโรงเรียนบ้านศรีบุญเรือง จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความก้าวหน้าทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายนักเรียนโรงเรียนบ้านสันป่าสัก จำนวน 23

3. วิเคราะห์ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของของกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนโรงเรียนบ้านสันป่าสัก จำนวน 23 คน

โดยสถิติที่ใช้แยกเป็น 3 ส่วนได้แก่ สถิติพื้นฐาน สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ และสถิติที่ใช้ตอบคำถามการวิจัยเพื่อแก้ปัญหา ดังนี้ (ควรแยกในแต่ละส่วนไมครับ)

1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3) ร้อยละ
4) ค่าดัชนีความสอดคล้อง
5) ค่าการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
6) ค่าความยากง่าย

7) ค่าอำนาจการจำแนก

8) ค่าความเชื่อมั่น

9) ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain) สามารถหาได้โดย การหาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual gain = (% post-test) – (% pre-test) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain = (100 %) - (% pre-test)) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 - 1.0 (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เมื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ปรากฏดังตารางที่ 3 และตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านศรีบุญเรือง

นักเรียน	คะแนนเฉลี่ย/ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างการใช้ชุดกิจกรรม E_1			คะแนนเฉลี่ย/ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างการใช้ชุดกิจกรรม E_2	
(n=20)	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ค่าเฉลี่ย	16.35	16.10	17.50	21.55	40.10
ร้อยละ	81.75	80.50	87.50	43.10	80.20
ค่าเฉลี่ยรวม		16.65			
ค่าเฉลี่ยร้อยละ		83.25			
E_1/E_2 = 83.25/80.20					

* หมายเหตุคะแนน E_1 ได้มาการเก็บคะแนนระหว่างเรียนในแต่ละเรื่องประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนแรกมาจากคะแนนทำใบงาน และส่วนที่สองมาจากการสอบย่อย

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสันป่าสัก แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสันป่าสัก

นักเรียน (23 คน)	คะแนน (เต็ม 50 คะแนน)		ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (100-%pre)	ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (%post-%pre)	Normalized gain	แปลค่า
	ก่อนเรียน	หลังเรียน				
รวม	564	928	728.00	1172.00	14.21	
เฉลี่ย	24.52	40.35	31.65	50.96	0.62	ปานกลาง
S.D.	3.74	2.79	7.52	7.48	0.14	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เกณฑ์ระดับค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain) (กันตภณ วิชัยทาและคณะ, 2564)

ค่าที่ได้	ระดับความก้าวหน้า
มากกว่า 0.7	สูง
อยู่ระหว่าง 0.3-0.7	ปานกลาง
น้อย 0.3	ต่ำ

ผลการใช้ชุดกิจกรรมในจัดการเรียนรู้ เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสันปาสัก ด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนโรงเรียนบ้านสันป่าสัก จำนวน 23 คน มี ความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain) เท่ากับ 0.62 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับปานกลาง และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างมีมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามผลการวิจัยของจันทนา บุณยะรัตน์ (2553) และ เฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์ และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2559) ที่เป็นเช่นนี้เพราะมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างต่อเนื่อง มีการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจตัวต่อตัว หรือเป็นแบบกลุ่มย่อย รวมทั้งนักเรียนให้ความร่วมมือในการเรียนรู้ตลอดเวลา คือการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความพยายามที่จะหาคำตอบ การเรียนรู้แบบกลุ่มย่อยร่วมกันค้นหาคำตอบ มีการปรึกษาหารือกันภายในกลุ่มหรือผู้สอนอยู่ตลอด และการประเมินผลการเรียนรู้อันเป็นแรงจูงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหา ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ใหม่ ๆ อยู่เสมอ และสร้างองค์ความรู้จากการคิดแก้ปัญหา คิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสันป่าสักแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสันป่าสัก

นักเรียน (23 คน)	คะแนน (เต็ม 16 คะแนน)		ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (100-%pre)	ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (%post-%pre)	Normalized gain	แปลค่า
	ก่อนเรียน	หลังเรียน				
รวม	197	306	681.25	1068.75	14.52	
เฉลี่ย	8.57	13.30	29.62	46.47	0.63	ปานกลาง
S.D.	1.65	1.61	12.39	10.29	0.20	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนโรงเรียนบ้านสันป่าสัก จำนวน 23 คน มี ความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain) เท่ากับ 0.63 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และมีความเข้าใจถึงกระบวนการแสวงหาคำตอบโดยที่มีครูผู้สอนเป็นผู้คอยแนะนำและอำนวยความสะดวกครูผู้สอนได้แนะนำอย่างเหมาะสมและมีความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ใน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดปัญหาขั้นตั้งสมมุติฐาน ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง และสรุปผลนำไปใช้ ซึ่งเป็นไปตามผลการวิจัยของเฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์ และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2559) ที่รายงานว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ให้ความสำคัญกับการทำให้นักเรียนเข้าใจถึงปัญหาที่กำหนดให้ ทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการ ในการคิดแก้ปัญหาและลงมือทำ เพื่อแสวงหาคำตอบ โดยมีครูผู้สอนคอยเป็นผู้แนะนำ และอำนวยความสะดวกตลอดจนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนต้องแนะนำได้อย่างเหมาะสม แม่นยำ ถูกต้อง และมีความเข้าใจในกระบวนการการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังต้องเน้นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นการเน้นกระบวนการทางด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าองค์ความรู้

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบการเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเหมาะสมขององค์ปของชุดกิจกรรมที่ระดับมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.25/80.20 มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่าสร้างสรรค์ด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

กันตภณ วิชัยทา, ปริยาพร กองคำ และกฤษฎา บุญชม (2564). การพัฒนาทักษะการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาด้วยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบ มรภ.ชม. *วารสารการศึกษาและนวัตกรรมพัฒนาการเรียนรู้ , 3*(1), 19-36.

กฤษณะ ประฉิมมะ และเอื้อมพร หลินเจริญ (2567). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *Journal of Modern Learning Development*, 9(2), 57-72.

จันทรา บุญยะรัตน์ (2553*). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องภาวะโลกร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์ และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2559). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรายวิชาชีววิทยาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (รายงานการประชุมวิชาการ*). การประชุมวิชาการระดับชาติ ครุศาสตร์ ครั้งที่ 1 หัวข้อ "การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นสู่ประชาคมอาเซียน: ทิศทางใหม่ในศตวรรษที่ 21"* (น. 279-387). มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์.

ธีระสันต์ ช่วยรักษา. (2567). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5, *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 47*(4), 130-145.

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์. (2544*). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก*. กรุงเทพมหานคร: ธนาเพรสแอนด์กราฟฟิค.

พิมพ์ใจ เกตุการณ์, สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ และสมศิริ สิงห์ลพ. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทำสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นปีที่ 6* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

วัลลี สัตยาศัย. (2547). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รูปแบบการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพมหานคร: บุ๊คเน็ท.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2567). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษา ปีการศึกษา 2567*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2567). *ผลการประเมินด้านความคิดสร้างสรรค์ของ PISA 2022*. กรุงเทพมหานคร: สสวท.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

อนุสสรา เฉลิมศรี. (2555). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)*. กรุงเทพมหานคร: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม).

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556*).* สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 21*(1), 15-18.

Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning an approach to medical education.* USA: Springer Publishing Company.

Treffinger, D. J., Edwin, S. C., & Isaken, S. G. (2008). Understanding individual problem-solving style: A key to learning and applying creative problem solving. *Learning and individual differences, 18*, 390-401.

Zhan Z., He L., & Zhong, X. (2024). How does problem-solving pedagogy affect creativity? A meta-analysis of empirical studies. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1-16.