



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถ ในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Development of Learning Activity Based on Problem Based Learning Cooperated with Web-based learning to Enhance 10th grade's Computational Thinking Ability

ศุภมาส แสนโคก¹ และอุฤทธิ์ เจริญอินทร์²

Supamas Sankoke¹ and Urit Charoen-In²

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม¹ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม²

Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, MahaSarakhm University¹ Department of Physics, Faculty of Science,
MahaSarakhm University²

Corresponding author, E-mail: 63010558017@msu.ac.th¹ urit.c@msu.ac.th²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายคือ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และ 2) เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ในระดับยอดเยี่ยม กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ จำนวน 6 แผน 12 ชั่วโมง 2) บทเรียนบนเว็บจำนวน 6 บทเรียน 3) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 2 ข้อ และ 4) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 20 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One Sample t-test

ผลวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.20/81.73 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 2) ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.88 จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.13 ผ่านเกณฑ์ระดับยอดเยี่ยมจำนวน 34 คน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, บทเรียนบนเว็บ, ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ



ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to develop the learning activity based on problem based learning cooperated with web-based Learning to Enhance 10th grade's computational thinking ability on momentum and collisions with the efficiency value (E_1/E_2) of 75/75 and 2) to develop computational thinking ability of 10th grade's to pass the excellent level. The sample consisted of 34 students in 10th grade's in the second semester 2021 at Mahasarakham University Demonstration School (Secondary) obtained by cluster random sampling. The research instruments included 1) learning management plans 2) web-based Learning 3) computational thinking ability test and 4) achievement test. The statistics used in analysis comprised percentage, mean, standard deviation, and One sample t-test. The results of the research were as follows 1) the learning activity efficiency value (E_1/E_2) was 78.20/81.73, which was higher than the assigned criterion of 75/75. 2) The average score of computational thinking ability was 27.88 from a full score of 32, representing 87.13 %. There were 34 students who passed the criteria of excellent level, was significantly higher than the criterion 75 % at .01

Keywords: Problem Based Learning, Web-Based Learning, Computational Thinking Ability



บทนำ

ในปัจจุบันสังคมโลกก้าวผ่านจากศตวรรษที่ 20 เข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริบทในด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม และวิทยาศาสตร์ ฯลฯ การที่เด็ก เยาวชน และพลเมืองไทยจะดำรงชีวิตท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของกระแสโลกาภิวัตน์ในสังคมได้อย่างประสบความสำเร็จนั้น จำเป็นต้องมีความรู้ และทักษะที่สำคัญในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา (Pheeraphan, 2013)

การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญทักษะหนึ่ง คือ การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งที่ใช้หรือไม่ใช้คอมพิวเตอร์ และใช้หรือไม่ใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหาและการแก้ปัญหาที่แสดงออกมาเป็นรูปแบบที่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยแนวทางของกระบวนการประมวลผลข้อมูล (Information-Processing) (Wing, 2010) ซึ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับทุกคนไม่ใช่แค่ด้านวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ เพราะทักษะการอ่าน เขียนและเลขคณิตนั้นไม่เพียงพอ ควรเพิ่มการคำนวณที่บอกได้ถึงความสามารถในการวิเคราะห์ของเด็กทุกคน (Wing, 2006) เนื่องจากการคิดเชิงคำนวณเป็นการแก้ปัญหาที่มีลักษณะพิเศษคือประยุกต์ใช้หลักการของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 1) การแยกย่อยปัญหา (Decomposition) เป็นการแบ่งสถานการณ์เป็นปัญหาย่อย ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา 2) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา 3) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นการกำหนดรูปแบบที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา และ 4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยการคิดเชิงคำนวณสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ หรือปัญหาทั่วไปได้อย่างเป็นระบบ มีเหตุผลเป็นขั้นตอน นอกจากนั้นการคิดเชิงคำนวณยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการคิดแบบอัลกอริธึมหรือทักษะของมนุษย์ที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิพากษ์ และการทำงานเป็นทีม (Grover & Pea, 2013)

จากการสังเกตการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19 ผ่านทางแอปพลิเคชัน Microsoft teams ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามในส่วนของความรู้ความจำได้ดีและจำสมการได้ แต่นักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้มาแก้ปัญหาโจทย์สถานการณ์ และวิเคราะห์โจทย์อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ เพื่อเป็นการยืนยันปัญหาการคิดเชิงคำนวณ ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของศรายุทธ ดวงจันทร์ (2561) ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย 2 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การย่อยปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนวิธี มาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับกำลังพัฒนา ซึ่งเป็นช่วงร้อยละ 25-49 จำนวน 23 คน นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นช่วงร้อยละ 50-74 จำนวน 11 คน ดังนั้น จึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ

จากการศึกษาค้นคว้าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ พบว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมในลักษณะที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา มีการออกแบบและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ (Paltas & Pedaste, 2020) สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ เนื่องจากเป็นการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่เน้นขั้นตอนและวิธีการในการแก้ปัญหา (โชติกา สงคราม, 2562) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) หรือ PBL เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ดีมากวิธีหนึ่ง คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา และคิดอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น ยังมีโอกาสออกไปแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (ภัทราวดี มากมี, 2554) ซึ่งผู้เรียนจะได้เผชิญกับสถานการณ์ที่สัมพันธ์กับเนื้อหาของบทเรียนและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่

หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อค้นหาวิธีแก้ปัญหาาร่วมกัน (ประสาธน์ เณียงเฉลิม, 2558) ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือทรัพยากรการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นแหล่งข้อมูลหรือความรู้ที่สำคัญ ดังนั้น การเตรียมและจัดหาแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่หลากหลาย พร้อมทั้งเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องจึงมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ไพศาล สุวรรณน้อย, 2559)

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ได้นำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะเทคโนโลยีด้านเว็บ ซึ่งบทเรียนบนเว็บ (Web Based Instruction) เป็นการเรียนรู้ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยให้ผู้เรียนมีแพลตฟอร์มที่ยืดหยุ่นและเป็นส่วนตัวในการเรียนรู้สามารถเรียกได้ว่าเป็นแนวทางที่เป็นนวัตกรรมสำหรับการให้บริการด้านการศึกษาที่ยอดเยี่ยมแก่ผู้เรียนผ่านข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และผลลัพธ์อื่น ๆ อย่างต่อเนื่อง ข้อดีของการจัดการเรียนการสอนบนเว็บคือผู้เรียนสามารถสืบค้นสารสนเทศได้ในลักษณะสื่อหลายมิติที่มีทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิกและเสียง ทำให้เกิดความเพลิดเพลินเป็นการเรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ทุกอย่างไม่มีขีดจำกัด จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในวงการศึกษา (กิดานันท์ มะลิทอง, 2543) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนบนเว็บสามารถทำได้ใน 3 ลักษณะด้วยกันได้แก่ 1) เว็บช่วยสอนแบบรายวิชาอย่างเดียวเป็นรายวิชาที่มีเครื่องมือและแหล่งที่เข้าไปถึงและเข้าหาได้โดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ตอย่างมากที่สุด ถ้าไม่มีการสื่อสารก็สามารถที่จะไปผ่านระบบคอมพิวเตอร์สื่อสารได้ ลักษณะของเว็บช่วยสอนแบบนี้มีลักษณะเป็นแบบวิทยาเขตมีนักศึกษาจำนวนมากที่เข้ามาใช้จริงแต่จะมีการส่งข้อมูลจากรายวิชาทางไกล 2) เว็บช่วยสอนแบบเว็บสนับสนุนรายวิชา เป็นรายวิชาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมที่มีการพบปะระหว่างครูกับนักเรียนและมีแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียน เช่น การกำหนดงานที่ให้นักเรียนทำ การกำหนดให้อ่าน การสื่อสารผ่านระบบคอมพิวเตอร์หรือการมีเว็บที่สามารถชี้ตำแหน่งของแหล่งบนพื้นที่ของเว็บไซต์โดยรวมกิจกรรมต่าง ๆ เอาไว้ และ 3) เว็บช่วยสอนแบบศูนย์การศึกษาเป็นชนิดของเว็บไซต์ที่มีวัตถุประสงค์เครื่องมือ ซึ่งสามารถรวบรวม

รายวิชาขนาดใหญ่เข้าไว้ด้วยกันหรือเป็นแหล่งสนับสนุนกิจกรรมทางการศึกษา ซึ่งผู้ที่เข้ามาใช้ก็จะมีสื่อให้บริการ (Parson, 1997) โดยจากการศึกษาของนักวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า จากงานวิจัยของ อินธิรา ดำรงกุล (2561) ได้พัฒนาบทเรียนบนเว็บด้วยเทคนิคปัญหาเป็นฐาน ส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้คิดแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้ใช้ความคิดบ่อย ๆ จนเกิดทักษะและมีการพัฒนาความสามารถในการคิดมากขึ้น รวมถึงระบบการจัดการเนื้อหาที่สะดวกของบทเรียนบนเว็บทั้งในส่วนของกิจกรรมที่เป็นขั้นตอนและด้านการทำแบบทดสอบที่นักเรียนได้ข้อมูลย้อนกลับทันที การรายงานผลคะแนนที่นักเรียนสามารถประเมินความก้าวหน้าของตนเองได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและตั้งใจมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวรรธนากร เกรียง (2562) ได้พัฒนาบทเรียนบนเว็บโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาและฝึกทำงานกลุ่มจึงทำให้สามารถพัฒนาทักษะทางด้านการคิดได้ และจากการออกแบบบทเรียนบนเว็บเพื่อจัดการ รวบรวมนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบไฟล์เอกสาร ไฟล์ภาพ หรือ ไฟล์เคลื่อนไหว รวมทั้งกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นระบบ สามารถพัฒนาทักษะทางการเรียนรู้ของนักเรียนและทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจ

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ ซึ่งบทเรียนบนเว็บนั้นเป็นลักษณะของเว็บสนับสนุนรายวิชา เพื่อที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ เรื่อง โมเมนตัมและการชนให้ผ่านเกณฑ์ในระดับยอดเยี่ยม



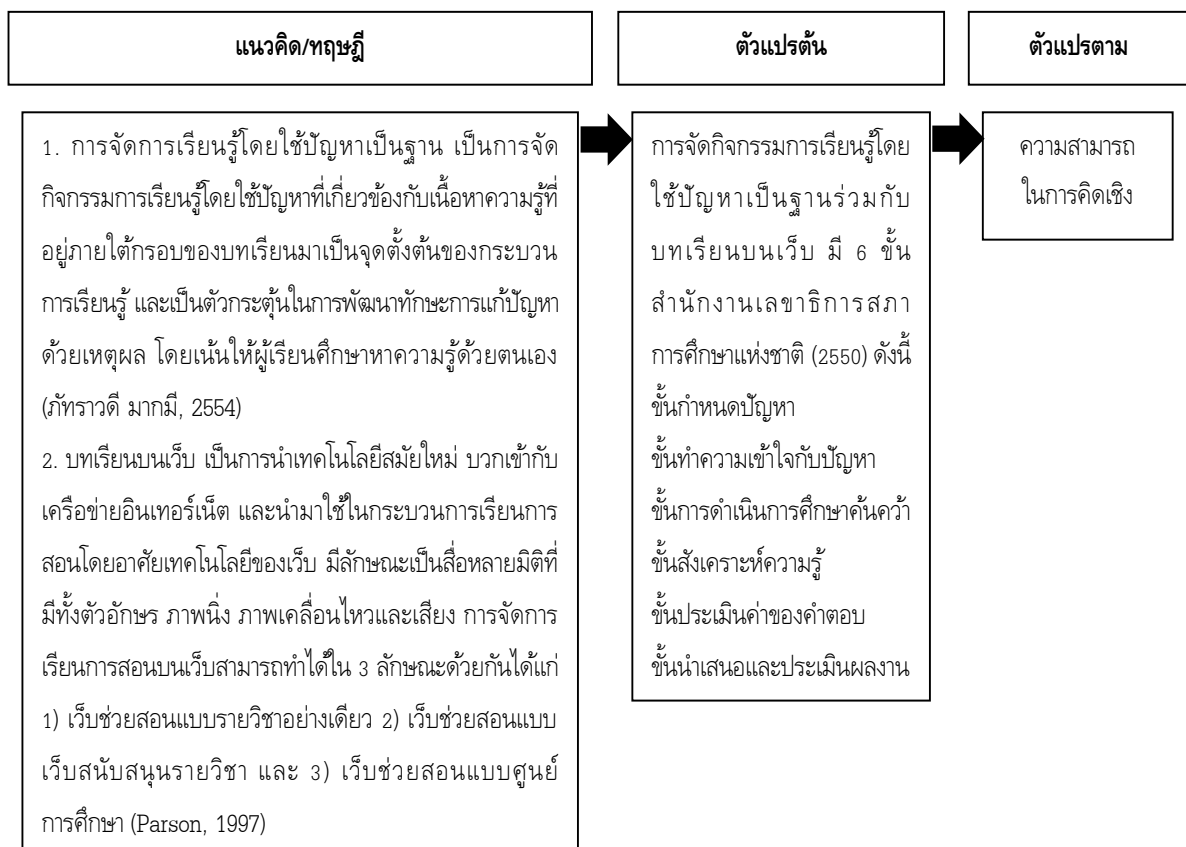
สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ มีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ตามหลักสูตรของ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองและการวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ใช้เวลาดำเนินการ 2 คาบ คาบละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ผู้วิจัยได้ดำเนินการในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ระยะที่ 2 การศึกษาพัฒนาวัตรกรรมและนำไปทดลองใช้

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้วัตรกรรม

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 104 คน จาก 3 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

การดำเนินการ

ระยะที่ 1 สำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 34 คน

2. วิธีดำเนินการ

2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงตัวชี้วัดพุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ทราบถึงตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดเนื้อหาที่เหมาะสมต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้

2.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ

2.3 ศึกษาบริบทของสังคมโลกในปัจจุบัน และแนวโน้มในอนาคต ว่าเป็นสังคมรูปแบบใด เพื่อที่จะพัฒนาผู้เรียนให้สามารถดำรงอยู่ในสังคมโลกปัจจุบันได้

3. การสังเคราะห์ข้อมูลและสรุปข้อมูล พบว่า ในปัจจุบันสังคมโลกเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 จึงจำเป็นต้องเตรียมทักษะสำคัญในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาแก่นักเรียน โดยการพัฒนาทักษะที่สำคัญทักษะหนึ่งในศตวรรษที่ 21 คือ การคิดเชิงคำนวณ ที่เป็นทักษะพื้นฐานสำหรับทุกคนโดยเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา จากการสังเกตการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามในส่วนของความรู้ความจำได้ดีและจำสมการได้ แต่ นักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้มาแก้ปัญหาโจทย์สถานการณ์และวิเคราะห์โจทย์อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ เพื่อเป็นการยืนยันปัญหาการคิดเชิงคำนวณ ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย 2 ข้อ ของศรายุทธดวงจันทร์ (2561) ครอบคลุมองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การย่อปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบ ขั้นตอนวิธี คะแนนเต็ม 32 คะแนน โดยมีเกณฑ์แปลผลคะแนนเทียบร้อยละของคะแนนเต็ม คือ 75-100 ยอดเยี่ยม, 50-74 ดี, 25-49 กำลังพัฒนา และ ต่ำกว่า 25 เริ่มต้น นำมาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 34 คน

ช่วงคะแนน (ร้อยละของคะแนนเต็ม)	ความหมาย	จำนวนนักเรียน (คน)
75-100	ยอดเยี่ยม	-
50-74	ดี	11
25-49	กำลังพัฒนา	23
ต่ำกว่า 25	เริ่มต้น	-



จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับกำลังพัฒนา ซึ่งเป็นช่วงร้อยละ 25-49 จำนวน 23 คน นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นช่วงร้อยละ 50-74 จำนวน 11 ดังนั้น จึงแสดงให้เห็นว่า นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพในการคิดเชิงคำนวณดังกล่าว ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมในลักษณะที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา มีการออกแบบและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ (Palt & Pedaste, 2020) ผู้วิจัยจึงทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ ซึ่งบทเรียนบนเว็บนั้นเป็นลักษณะของเว็บไซต์สนุนรายวิชา เพื่อที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

ระยะที่ 2 การศึกษาพัฒนานวัตกรรมและนำไปทดลองใช้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ

1.1 ศึกษาเอกสารและเนื้อหาเพื่อสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ เพื่อสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ขึ้นเสนอสื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบ พิจารณา และข้อเสนอแนะ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแผนที่ได้ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้วเสนอสื่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยมีค่าความเหมาะสมของแผนที่ 1, 2, 4, 5 และ 6 เท่ากับ 4.61, 4.55, 4.69, 4.67 และ 4.69 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก และแผนที่ 3 4.49 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอน (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 38 คน เพื่อหาความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำข้อบกพร่องมาแก้ไขและจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. บทเรียนบนเว็บ

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างบทเรียนบนเว็บ

2.2 สร้างบทเรียนบนเว็บ จำนวน 6 บทเรียน ซึ่งบทเรียนบนเว็บเป็นลักษณะเว็บไซต์สนุนรายวิชา

2.3 นำบทเรียนบนเว็บที่สร้างขึ้นเสนอสื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบ พิจารณา และข้อเสนอแนะ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำบทเรียนบนเว็บที่ได้ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้วเสนอสื่อผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อทั้ง 3 ท่าน โดยมีค่าความเหมาะสมของบทเรียนบนเว็บของบทเรียนที่ 1-6 เท่ากับ 4.30, 4.33, 4.42, 4.42, 4.42 และ 4.42 พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

2.4 นำบทเรียนบนเว็บมาปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอน (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 38 คน เพื่อหาความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำข้อบกพร่องมาแก้ไขและนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

3.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการ แนวคิดและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ให้ครอบคลุม 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การแยกส่วนประกอบ และการย่อปัญหา การคิดเชิงนามธรรม การหารูปแบบ และการออกแบบขั้นตอนวิธี

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 4 ข้อ ใช้จริง 2 ข้อ โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยเป็นสถานการณ์ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบ คือ 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ

3.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอสื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม และนำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว เสนอสื่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง จำนวน 3 ท่าน พบว่า มีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ เท่ากับ 1

3.4 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณแล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 38 คน



พบว่า ค่าความยากง่าย (P) รายข้อ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.33-0.69 อำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัย (D) รายข้อ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.23-0.32 จากนั้นคัดข้อที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ 2 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยการคำนวณจากสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556) พบว่ามีค่า 0.84 จากนั้นจัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบแล้วปรับปรุง เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จากหนังสือการวัดและประเมินผลการศึกษา

4.2 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ

4.3 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และนำไปเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยมีค่าคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 1 จำนวน 40 ข้อ

4.4 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 38 คน พบว่า ค่าความยากง่าย (P) รายข้อ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.45-0.84 ค่าอำนาจจำแนก (B) รายข้อ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.11-0.58 จากนั้นคัดข้อที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ 20 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยวิธีของโลเวอร์ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556) พบว่ามีค่า 0.80 และจัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบแล้วปรับปรุง เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1. ปฐมนิเทศชี้แจงข้อตกลงในการเรียนการสอน รายละเอียดขั้นตอน และวิธีปฏิบัติในการเรียนกับนักเรียน

2. นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน ที่ทดลองใช้และผ่านการประเมินและตรวจสอบแล้ว มาใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7

3. เมื่อดำเนินการเรียนครบทุกแผนแล้ว จากนั้นดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

4. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์วิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อสรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมายต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556) และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ การทดสอบค่าที (One Sample t-test) เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 1 กลุ่ม (ทรงคักดี ฐิติอ่อน, 2561)

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยการหาเกณฑ์ 75 ตัวแรก หรือ ประสิทธิภาพด้านกระบวนการได้จากคะแนนใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยหลังเรียนแต่ละบทเรียนในสัดส่วน 60:40 ตามลำดับและการหาเกณฑ์ 75 ตัวหลัง หรือ ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ได้จากการรวมคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ



2. วิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง โมเมนต์มัม และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One sample t-test เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 มีเกณฑ์การแปลผลคะแนนดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

ช่วงคะแนน (ร้อยละของคะแนนเต็ม)	ความหมาย
75-100	ยอดเยี่ยม
50-74	ดี
25-49	กำลังพัฒนา
ต่ำกว่า 25	เริ่มต้น

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง โมเมนต์มัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง โมเมนต์มัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)			ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)			E_1/E_2
	ใบกิจกรรม	แบบทดสอบย่อย	รวมทั้งหมด	ผลสัมฤทธิ์	แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ	รวมทั้งหมด	
สัดส่วน	60%	40%	100%	50%	50%	100%	78.20/81.73
รวม	1672.67	986	2658.67	1297.50	1481.25	2778.75	
เฉลี่ย	49.20	29.00	78.20	38.16	43.57	81.73	
S.D.	1.75	2.12	3.67	4.28	3.48	7.26	
ร้อยละ	49.20	29.00	78.20	38.16	43.57	81.73	



จากตารางที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.20 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.73 ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง โมเมนตัม และการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 78.20/81.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75

ตอนที่ 2 ผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ให้ผ่านเกณฑ์ในระดับยอดเยี่ยม

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับยอดเยี่ยมทั้งหมดจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 34 คน เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายด้านที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 2 ข้อ รวมด้านละ 8 คะแนน พบว่า ด้านที่ 1 ความสามารถในการแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.88 คิดเป็นร้อยละ 86.00 ด้านที่ 2 ความสามารถในการคิดเชิงนามธรรมมีคะแนนเฉลี่ย 6.53 คิดเป็นร้อยละ 81.63 ด้านที่ 3 ความสามารถในการหารูปแบบมีคะแนนเฉลี่ย 7.53 คิดเป็นร้อยละ 94.13 และ ด้านที่ 4 การออกแบบขั้นตอนวิธีมีคะแนนเฉลี่ย 6.94 คิดเป็นร้อยละ 86.75

ตารางที่ 4 คะแนนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	ระดับความสามารถ	ผ่าน (คน)
ด้านที่ 1	8	6.88	86.00	ยอดเยี่ยม	34
ด้านที่ 2	8	6.53	81.63	ยอดเยี่ยม	34
ด้านที่ 3	8	7.53	94.13	ยอดเยี่ยม	34
ด้านที่ 4	8	6.94	86.75	ยอดเยี่ยม	34
รวม	32	27.88	87.13	ยอดเยี่ยม	34

หมายเหตุ. ระดับความสามารถยอดเยี่ยมคือผ่านร้อยละ 75

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 75

กับคะแนนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	% of Mean	t	sig
คะแนนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ	34	32	27.88	2.23	87.13	10.169**	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



จากตารางที่ 5 พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นองค์รวม นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยเท่ากับ 27.88 คิดเป็นร้อยละ 87.13 เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างเกณฑ์ร้อยละ 75 คิดเป็นคะแนน 24 คะแนน กับคะแนนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ พบว่า คะแนนสอบของผู้เรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัยดังนี้

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.20/81.73 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75

2. การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ มีคะแนนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยเท่ากับ 27.88 จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.13 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับยอดเยี่ยม จำนวน 34 คน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อภิปรายผลดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประสิทธิภาพเท่ากับ 78.20/81.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 หมายความว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ระหว่างเรียน 78.20 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งทำได้จากใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยคิดเป็นสัดส่วน 60:40 และทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนเฉลี่ย 81.73 ถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งทำได้จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความสามารถในการคิดเชิง

คำนวณสัดส่วน 50:50 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ เป็นการจัดกิจกรรมที่ผ่านการวางแผนและพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน กล่าวคือ มีการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงตัวชี้วัดพุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ทราบถึงตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาที่เหมาะสมต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ทดลองและปรับปรุงก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง และกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งปัญหานั้นสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และหาวิธีแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความเข้าใจในปัญหาได้อย่างชัดเจน โดยในการคิดแก้ปัญหาให้ผู้เรียนเป็นผู้ให้ความสะดวกและมีส่วนร่วมมากที่สุด โดยในบทเรียนบนเว็บ ประกอบไปด้วย เนื้อหาของบทเรียน นำเสนอเป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และชิ้นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งผู้เรียนสามารถค้นคว้าจากแหล่งทรัพยากรได้ด้วยตนเอง และเมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้เรียนสามารถทราบผลได้โดยทันทีและสามารถเข้าไปทบทวนเนื้อหาดังกล่าวดังกล่าวได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นมากขึ้น รวมทั้งบทเรียนบนเว็บมีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม เรียงเนื้อหาจากง่ายไปยาก รูปแบบสวยงาม พร้อมทั้งแหล่งทรัพยากรที่เตรียมให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่งผลให้ส่งเสริมบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและการวางแผนในการทำงานโดยใช้เทคโนโลยี (จิรพันธ์ ลิสา, 2562) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บผ่าน Google Site มี 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา ครูนำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนบนเว็บ จากนั้นให้นักเรียนทุกคนระบุปัญหาของสถานการณ์ลงที่กระดานสนทนาบนเว็บ ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหา ซึ่งทุกคนต้องระบุปัญหาที่นักเรียนระบุมาจำเป็นต้องศึกษาความรู้เกี่ยวกับเรื่อง

อะไรบ้างสิ่งที่กระดานสนทนาบนเว็บ ชั้นที่ 3 ชั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนทุกคนดำเนินการศึกษาหาความรู้เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์มาและสรุปบันทึกผ่านเว็บไซต์ โดยครูได้มีการจัดเตรียมแหล่งเรียนรู้และทรัพยากรต่าง ๆ ไว้บนเว็บไซต์ ชั้นที่ 4 ชั้นสังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำคำตอบที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาและร่วมกับสรุปหาคำตอบ หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม โดยครูได้มีการแบ่งห้องตามกลุ่มไว้บน Microsoft Team (กรณีที่เป็นการเรียนแบบออนไลน์) และให้นักเรียนบันทึกผลการพิจารณาผ่านเว็บไซต์ ชั้นที่ 5 ชั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบนักเรียนมาที่ Microsoft Team กลุ่มใหญ่ (กรณีที่เป็นการเรียนแบบออนไลน์) และนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลจากการแก้สถานการณ์ของกลุ่มตนเอง จากนั้นประเมินผลงานของตนเองบันทึกผ่านเว็บไซต์ว่าข้อมูลของกลุ่มตนเองนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ เหมือนหรือต่างจากกลุ่มอื่นอย่างไร ชั้นที่ 6 ชื่นนำเสนอและประเมินผลงาน ครูให้แต่ละกลุ่มนำองค์ความรู้ที่ได้ออกมานำเสนอพร้อมกับการนำเสนอผลงาน ในรูปแบบของแผนผังความคิด และให้แต่ละกลุ่มได้ประเมินให้คะแนน พร้อมทั้งทุกคนสรุปสาระที่ได้เรียนลงบนกระดานสนทนาบนเว็บ ซึ่งผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิวิมล ภูศรีโสภณ (2563) พบว่า การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับหลักการการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.27/85.43 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75

2. การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ มีคะแนนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยเท่ากับ 27.88 จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.13 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับยอดเยี่ยมจำนวน 34 คน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้เผชิญกับสถานการณ์ที่สัมพันธ์กับเนื้อหาของบทเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้มีการจัดเตรียมแหล่งข้อมูลซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญไว้ให้ และให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อค้นหาวิธีแก้ปัญหาพร้อมกัน สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Palts and Pedaste (2020) ที่ระบุว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมในลักษณะที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา มีการออกแบบและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุภารัตน์ พิซสิงห์ (2564) ที่พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.64 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับ โชติกา สงคราม (2562) ที่พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับยอดเยี่ยม กล่าวคือ นักเรียนร้อยละ 78.57 สามารถแก้ปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยได้ นักเรียนร้อยละ 83.33 สามารถพิจารณารูปแบบของปัญหาได้ นักเรียนร้อยละ 57.46 สามารถพิจารณาสาระสำคัญของปัญหาได้ และนักเรียนร้อยละ 52.38 สามารถออกแบบอัลกอริทึมได้

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บสามารถพัฒนาองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

1. ด้านการแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย พัฒนาจากการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บในชั้นที่ 1 ชื่นกำหนดปัญหา โดยครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับบทเรียนนั้น ๆ ไว้บนบทเรียนบนเว็บ ซึ่งทำให้นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยเป็นการแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยเพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา ซึ่งสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้นั้นเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนมีความคุ้นเคย และมีความใกล้เคียงกับชีวิตจริง ดังนั้น จึงช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ สงสัย อยากรู้คำตอบส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Srithi (2018) ที่กล่าวว่า สถานการณ์ของปัญหาที่ครูนำเสนอ มีผลต่อการเกิดการเรียนรู้



ของนักเรียน เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือสถานการณ์ใกล้ตัวที่นักเรียนได้เข้าร่วมช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาและสอดคล้องกับ สิรินทรา มินทะชิตี (2556) ที่กล่าวว่า การใช้ปัญหาเป็นจุดตั้งต้นทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ ทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นส่งผลให้พัฒนาทักษะการคิด

2. ด้านการคิดนามธรรม จากการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บในชั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อระบุว่าสิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้ สิ่งที่เป็นประเด็นปัญหา และระบุความรู้ทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ เพื่อที่จะสะดวกต่อการดำเนินการศึกษาค้นคว้าต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ ศิริพันธ์ ศิริพันธ์ (2554) ที่กล่าวว่า ผู้สอนจะต้องนำปัญหามาให้ผู้เรียนได้ศึกษาก่อนเพื่อหาแนวทางที่จะนำไปแก้ปัญหานั้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดและแก้ปัญหาและความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ประเด็นและสาระสำคัญ โดยการที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นบนกระดานสนทนานั้นช่วยสนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหาได้ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2544)

3. ด้านการหารูปแบบ จากการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บในชั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเมื่อนักเรียนได้สิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์แล้วก็ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อหารูปแบบสมการที่เกี่ยวข้องและวิธีในการแก้ปัญหา และในชั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาข้อมูลที่ได้ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด หากไม่เหมาะสมให้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม โดยบทเรียนบนเว็บมีแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่หลากหลายให้นักเรียนได้ศึกษาและใช้ประโยชน์ได้สามารถส่งเสริมกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และฝึกให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบซึ่งสอดคล้องกับ ภทราวดี มากมี (2554) กล่าวว่า ควรให้นักศึกษาแสวงหาความรู้และทักษะด้วยตนเอง โดยผ่านขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยแบ่งนักศึกษเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ให้ตั้งหน้าที่และทำงานร่วมกันในการคิดกลไกของการแก้ปัญหาที่ได้รับ ตั้งสมมติฐาน และวางแผน

ในการทดสอบสมมติฐานนั้น รวมถึงวางแผนในการค้นคว้าหาเสนอความรู้เพิ่มเติมเพื่อนำเสนอต่อกลุ่ม ก่อนที่จะสรุปกลไกของปัญหานั้น

4. ด้านการออกแบบขั้นตอนวิธี จากการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บในชั้นที่ 5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองในรูปแบบของขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเอง ซึ่งทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหา โดยขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการนำเสนอและประเมินตนเอง และขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยให้ทุกกลุ่มร่วมประเมินผลงานเพื่อช่วยให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ครั้งต่อไป สอดคล้องกับ กมลฉัตร กล่อมอิม (2560) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา บรรยายภาคในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทุกคนสามารถพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์ แสดงความคิดเห็นสามารถถกเถียงหาข้อสรุป ส่งผลให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้ และการสรุปผลงานของตนเองในรูปแบบเป็นขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาและมีการร่วมประเมินผลงานสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานโดยมีลำดับวิธีการที่ชัดเจน (โชติกา สงคราม, 2562)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บในชั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องระบุปัญหาจากสถานการณ์ และขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ครูควรตรวจสอบและแนะนำเพิ่มเติมหากนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน

1.2 ในระหว่างการทำกิจกรรม ครูผู้สอนต้องดูแลไม่ให้นักเรียนทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในระหว่างเรียน



2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ

2.2 ควรทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ ในการพัฒนาตัวแปรด้านอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบการแก้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning): รายวิชาการออกแบบและพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์, 11(2), 179-192.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- จิรพันธ์ ลีสา. (2562). การพัฒนาบทเรียนบนเว็บผสมผสานสื่อออนไลน์กราฟิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเป็นฐานเรื่องคอมพิวเตอร์สร้างชิ้นงานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด, 14(2), 76-86.
- โชติกา สงคราม. (2562). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- ฐารวรร ภิรมย์. (2562). การพัฒนาบทเรียนบนเว็บโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ วิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 13(3), 65-76.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2544). การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) นวัตกรรมเพื่อคุณภาพการเรียนการสอน. วารสารศึกษาศาสตร์สาร, 28(1), 87-94.

- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2556). วิจัยการเรียนรู้การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. (2559). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL). สืบค้นจาก <https://phkku.ac.th/thai/images/file/km/pbl-he-58-1.pdf>
- ภัทราวดี มากมี. (2554). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning). วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย, 1(1), 7-14.
- ยุภารัตน์ พิษสิงห์. (2564). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศรายุทธ ดวงจันทร์. (2561). ผลการใช้นวัตกรรมเสริมศึกษาในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิวิมล ภูศรีโสม. (2563). การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับหลักการการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 7(9), 265-282.
- ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์. (2554). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: วิธีการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก Student Center: Problem-Based Learning. Princess of Naradhiwas University Journal, 3(1), 104-112.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาแห่งชาติ. (2550). แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์-การเกษตรแห่งประเทศไทย.



- สินทรหะ มินทะขัติ. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อินธิรา ดำรงกุล. (2561). การพัฒนาบทเรียนบนเว็บด้วยเทคนิคปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การออกแบบฐานข้อมูล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติเครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 18 (ฉบับพิเศษ), 71-86.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Palts, T., & Pedaste, M. (2020). A model for developing computational thinking skills. *Informatics in Education*, 19(1), 113-128.
- Parson, R. (1997). *An Investigation into Instruction Available on the World Wide Web*. Retrieved January 20, 2022, from <http://www.osie.on.ca/~rparson/outId.html>.
- Pheeraphan, N. (2013). Enhancement of the 21st Century Skills for Thai Higher Education by Integration of ICT in Classroom. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106(26), 365-373.
- Srithi, K., Supap, W., & Viriyapong, R. (2018). An Action Research on Developing Problem-Based Learning Activities to Enhance Mathematical Literacy in Conic Sections Topic of Students in Grade 10. *Social Sciences Research and Academic Journals*, 13(37), 105-118.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communication of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wing, J. M. (2010). Computational thinking: What and why?. *Computer Science*, 1-6.