

การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์  
ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการ  
การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น\*

The Develop of conceptual understanding and Physics Problem-solving  
Abilities. By organizing Inquiry based learning 5E with Slowmation.  
of grade 11<sup>th</sup> students.

ทศวิทย์ เส้นเศษ (Tosawit Sensed)\*\*

กันยารัตน์ สอนสุภาพ (Kanyarat SonSupap)\*\*\*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายของการวิจัยคือ 1.เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสง 2.เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชานุมานวิทยาคม อ.ชานุมาน จ.อำนาจเจริญ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 41 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่นในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผน 16 ชั้โมง และแบบทดสอบความเข้าใจเชิงแนวคิดและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1.การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิชาฟิสิกส์เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการเรียนรู้-ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่นพบว่าหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินในวงปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ความเข้าใจแนวคิดที่คาดเคลื่อนบางส่วนหลังจากเรียนในวงปฏิบัติการที่ 2 และ 3 อยู่ในระดับที่มีความเข้าใจเชิงแนวคิดที่ถูกต้องแต่ ยังไม่สมบูรณ์และ เมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินในวงปฏิบัติการที่ 4 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 89.0 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความเข้าใจแนวคิดผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งอยู่ในระดับความเข้าใจแนวคิดเรื่องแสงในวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับที่สมบูรณ์ทางฟิสิกส์ซึ่งบรรลุ

\* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

\*\* นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรศัพท์ 093-3959990 e-mail: Tosawit@gmail.com

The author is a Master of Education Program Teaching of Science and Mathematics, Faculty of Education, Mahasarakham University, Phone: 093-3959990 e-mail: Tosawit@gmail.com

\*\*\* อาจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Dr. in Faculty of Education, Mahasarakham University is an advisor.

ตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ 2.จากการศึกษาการพัฒนาสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่าเมื่อได้รับการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น แล้วพบว่าหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินงานในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวนนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด 41 คน ซึ่งบรรลุตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้

**คำสำคัญ :** การเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น/ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์/การเข้าใจโมเมนต์

### Abstract

The develop conceptual understanding and physics problem - solving abilities of grade 11<sup>th</sup> students. Of academic year 2016 from chanumanwittayakomschool in thailand that selected by purposive sampling. This research aims to the developing of conceptual understanding and physics problem - solving abilities. By organizing inquiry based learning 5E with slowmation. The results were as follows : first, The effect of conceptual understanding of physics after the learning by Inquiry based learning 5E with Slowmation, after completion of the ring. The results, we found that first, the students had an average score of 2.24 points out of 4 points, which most students of conceptual understanding that is moving some of the classes in action. Second and third, The students understanding in conceptual understanding but not incomplete. When completed in the 4<sup>th</sup> cycle action research of the students have got the scored an average of 3.56 points out of 4 points, equivalent to an average of 89.0%. There are the students who understand in conceptual understanding about 100%, Which is in understanding the conception of light in physics at a level which is consistent with the hypothesis. Second, From the research, We found that development Physics problem – solving abilities that has been learned by Inquiry based learning 5E with Slowmation. I found that after completing the circuit in operation with a total of in the 4<sup>th</sup> cycle action research students with the ability to solve problems through 4<sup>th</sup> level. An average of 100 percent of the total number of students 41 people, which is consistent with the hypothesis.

**Keywords:** Inquiry based learning 5E with Slowmation, Physics Problem-solving Abilities, Conceptual understanding

## บทนำ

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เน้นที่กระบวนการให้นักเรียนเกิดความคิด ความเข้าใจ และฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างพิจารณาอย่างมีเหตุผล ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นเครื่องมือที่เอื้อต่อความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน ควรมีเป้าหมายในการฝึกให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหา ที่ดีซึ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติค้นหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจสาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไข เพื่อให้เกิดทักษะ ในการตัดสินใจและสามารถนำ ความรู้ไปใช้ ในการแก้ไข ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้นการเตรียมพร้อมให้นักเรียนให้มีความรู้ความสามารถในวิชาฟิสิกส์จะเป็นพื้นฐานในการจุดประกายความคิดในการพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆเพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป (เสฏฐวุฒิ มุลอมาตย์, 2549)

จากสภาพการจัดการเรียนการสอนของวิชาฟิสิกส์โดยทั่วไปในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการทำโจทย์ที่เน้นทักษะการคำนวณมากเกินไปโดยมีจุดประสงค์เพื่อทำข้อสอบเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา การสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎีปรากฏการณ์ต่างๆ และไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาแบบประยุกต์ได้ นอกจากนี้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการคิดที่เป็นขั้นตอนจึงจะสามารถแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องได้จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความไม่เข้าใจเชิงมโนคติซึ่งจะนำไปสู่การเข้าใจในหลักการทฤษฎีต่างๆ ในวิชาฟิสิกส์อย่างแท้จริง (สุวิทย์ มุลคำ, 2545)

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยที่ได้ทำการทดสอบความเข้าใจเชิงมโนคติแลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชานุมานวิทยาคม อ.ชานุมาน จ.อำนาจเจริญ ได้พบปัญหว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจเชิงมโนคติใน และความสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ต่างๆ ในรายวิชาฟิสิกส์ได้ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ครูและนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนยังขาดกิจกรรมที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์เท่าที่ควร ทำให้นักเรียนไม่ได้เรียนรู้จากความสนใจของตนเอง และนักเรียนเชื่อมโยงสมการ กับสถานการณ์กายภาพไม่ได้ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ลดลงซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ และยังพบว่านักเรียนมีความสนใจเมื่อนำสื่อการเรียนที่ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศต่างๆมาใช้ในกิจกรรมการเรียน เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อจะนำมาใช้แก้ปัญหา และสนใจการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับการจัดทำภาพสโลเมชัน กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้สรุปไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) 4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) 5. ขั้นประเมิน (evaluation) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก และหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนร่วมกับการจัดทำสโลเมชัน Slowmation หรือ “Slow Animation” คือเทคนิคการสอนที่นำภาพเคลื่อนไหวแบบช้ามาใช้ในการ

อธิบายแนวคิดเพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพได้ตรวจสอบได้อย่างละเอียด โดยได้มีงานวิจัยที่นำมาใช้แล้วเกิดความสำเร็จคืองานวิจัยของ Garry Hoban ที่นำสโลเมชั่น มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา หรือ อุดมศึกษา ในการใช้เทคโนโลยีเพื่ออธิบายเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างการเคลื่อนไหวมีหลายวิธีที่จะใช้ 4 ขั้นตอนที่ใช้ในการจัดทำภาพสโลเมชั่น 1) การวางแผน (Planning) นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาจากแหล่งต่าง ๆ และสรุปสิ่งที่ได้จากการค้นคว้าตามความเข้าใจของตนเอง 2) การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) นักเรียนวิเคราะห์เนื้อหา และเขียนเค้าโครงเรื่องราวภาพเคลื่อนไหว (storyboard) โดยการวาดภาพและเขียนอธิบายในแต่ละตอนลงบนกระดาษ 3) การสร้างแบบจำลอง และการถ่ายภาพ(Construction) ให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง (Models) ตามที่ออกแบบไว้ใน Storyboard โดยการขยับโมเดลทีละนิดเพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีการเคลื่อนไหว และใช้กล้องดิจิทัลถ่ายภาพโมเดลทุกกระยะที่มีการขยับหรือมีการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ได้ภาพตามที่นักเรียนต้องการ 4) การสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Reconstruction) ให้นักเรียนดาวน์โหลดภาพใช้โปรแกรมสำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหว โดยแสดงภาพอย่างต่อเนื่องความเร็วประมาณ 2 เฟรมต่อวินาทีและนำผลงานภาพเคลื่อนไหวของตนเองเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งพบว่าสโลเมชั่นสามารถเป็นตัวแทนคำอธิบายแนวคิดหรือโมเดลได้อย่างดี (Hobon, 2015) ซึ่งผู้วิจัยเห็นควรว่าเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาและส่งเสริมการเข้าใจเชิงโมเดลและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ นอกจากนี้การสร้างสโลเมชั่น เป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถทำได้ด้วยตัวเอง ผู้วิจัยมุ่งหวังว่าเป็นกิจกรรมการเรียนที่จะการพัฒนาความเข้าใจโมเดลและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ายังไม่มีมีการนำเอาสโลเมชั่นมาใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ในประเทศไทยและนอกจากนี้ยังพบว่าการจัดทำภาพสโลเมชั่นยังสามารถนำเอาเทคโนโลยีที่อยู่ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมาใช้ให้เกิดการเรียนรู้ได้อีกด้วย จากเหตุผลและสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยมีความตระหนักถึงสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะการพัฒนาความเข้าใจโมเดลและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความเข้าใจโมเดลวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น
2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น

### ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชานุมานวิทยาคม อำเภอชานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญ ปีการศึกษา 2559
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสง มัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2559

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโเลเมชั่น ในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่ของคลื่นแสงและคุณสมบัติของคลื่นแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผน 16 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
3. แบบทดสอบความเข้าใจเชิงมโนคติของวิชาฟิสิกส์

### ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ซึ่งดำเนินการทั้งสิ้น 4 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่

- วงจรปฏิบัติการที่ 1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่ของแสง  
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 การสะท้อนของแสง
- วงจรปฏิบัติการที่ 2. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 การเดินทางของคลื่นแสงผ่านตัวกลางต่างๆ  
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 การหักเหของคลื่นแสง
- วงจรปฏิบัติการที่ 3. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 การแทรกสอดของแสงเมื่อผ่านสลิตเดี่ยว  
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 การแทรกสอดของแสงเมื่อผ่านสลิตคู่
- วงจรปฏิบัติการที่ 4. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 การเลี้ยวของแสงเมื่อผ่านสลิตเดี่ยว  
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 การเลี้ยวของแสงเมื่อผ่านสลิตคู่
- จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปเป็นแผนภาพลำดับการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังภาพประกอบต่อไปนี้



แผนภาพลำดับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นผู้วิจัยทำตามขั้นตอนเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

### วงจรปฏิบัติการที่ 1

#### 1. ชั้นวางแผน (Plan)

1.1 สำรวจสภาพปัญหาของผู้เรียนรวมทั้งศึกษาความต้องการและศักยภาพพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชานุมานวิทยาคมที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้และการสัมภาษณ์ครูผู้สอน

1.2 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ แบบวัดความเข้าใจโนมตีและแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง โดยผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

1.3 วัดความเข้าใจโนมตีและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนโดยใช้แบบวัดความเข้าใจโนมตีและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง

1.4 ศึกษาแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการพัฒนาความเข้าใจโนมตีกลุ่มเป้าหมาย

1.5 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น

#### 2. ชั้นปฏิบัติ (Act)

นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่นที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจโนมตีและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่ของแสง

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 การสะท้อนของแสง

#### 3. ชั้นสังเกต (Observe)

นำเครื่องมือวิจัยซึ่งได้แก่ แบบวัดความเข้าใจโนมตีและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน

##### 1. ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ถ้าไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องดำเนินการพัฒนาต่อไปจนกระทั่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนอกจากนั้นวิเคราะห์ผลเพื่อหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรต่อไป

## วงจรมติการที่ 2

### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 ศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์จากวงจรมติการที่ 1

1.2 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น โดยผู้วิจัยเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความมั่นใจกล้าที่จะคิดออกแบบงาน พร้อมทั้งเสริมชุดการทดลองให้นักเรียนทุกคนสามารถทดลองได้ด้วยตัวเองโดยผู้วิจัยควบคุมเวลาในแต่ละขั้นตอนและทำความเข้าใจในการจัดทำภาพสโลเมชั่นให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

### 2. ขั้นปฏิบัติ (Act)

นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่นที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจ โนมติและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โดยแผนที่สร้างในวงจรมติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 การเดินทางของคลื่นแสงผ่านตัวกลางต่างๆ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 การหักเหของคลื่นแสง

### 3. ขั้นสังเกต (Observe)

นำเครื่องมือวิจัยซึ่งได้แก่ แบบวัดความเข้าใจ โนมติและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน

### 4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่หรือไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องดำเนินการพัฒนาต่อไปจนกระทั่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย นอกจากนั้นวิเคราะห์ผลเพื่อหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรต่อไป

## วงจรมติการที่ 3

### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 ศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์จากวงจรมติการที่ 2

1.2 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น โดยผู้วิจัยเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างภาพสโลเมชั่นตามความเข้าใจของตนเอง พร้อมทั้งเสริมชุดการทดลองให้นักเรียนทุกคนสามารถทดลองและเสริมให้นักเรียนได้เขียนสรุปและอภิปรายผลการทดลอง

## 2. ขั้นปฏิบัติ (Act)

นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่นที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจโมเดลและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 การแทรกสอดของแสงเมื่อผ่านสลิตเดี่ยว

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 การแทรกสอดของแสงเมื่อผ่านสลิตคู่

## 3. ขั้นสังเกต (Observe)

นำเครื่องมือวิจัยซึ่งได้แก่ แบบวัดความเข้าใจโมเดลไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน

## 4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องดำเนินการพัฒนาต่อไปจนกระทั่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย นอกจากนี้วิเคราะห์ผลเพื่อหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรต่อไป

### วงจรปฏิบัติการที่ 4

#### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 ศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหามาจากการวิเคราะห์จากวงจรปฏิบัติการที่ 3

1.2 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่นโดยผู้วิจัยเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองการสรุปผลการทดลอง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เสริมเทคนิคเขียนสรุปและอภิปรายผลการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจในหลักการอย่างถูกต้องและสมบูรณ์ต่อไป

#### 2. ขั้นปฏิบัติ (Act)

นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่นที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจโมเดลและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 การเลี้ยวของแสงเมื่อผ่านสลิตเดี่ยว

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 การเลี้ยวของแสงเมื่อผ่านสลิตคู่

#### 3. ขั้นสังเกต (Observe)

นำเครื่องมือวิจัยซึ่งได้แก่ แบบวัดความเข้าใจโมเดลไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน

#### 4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

## ผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบความเข้าใจโน้มนำและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนของนักเรียน

### ผลการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจโน้มนำเฉลี่ยเท่ากับ 2.24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 56.09 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มี คะแนนความเข้าใจโน้มนำผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 24.39 และมีนักเรียนที่มีคะแนนความเข้าใจโน้มนำต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 75.51 จากการวิเคราะห์จากแบบทดสอบพบว่าเมื่อวัดโดยใช้ แบบวัดความเข้าใจโน้มนำนักเรียนบางคนที่มีความเข้าใจโน้มนำในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์จำนวน 14 คนคิดเป็นร้อยละ 34.14 และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 65.8 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

### ผลการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจโน้มนำเฉลี่ยเท่ากับ 3.07 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 76.75 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความเข้าใจโน้มนำผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 92.68 และมีนักเรียนที่มี คะแนนความเข้าใจโน้มนำต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 7.31 และพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นจำนวน 16 รวมจากเดิมคือ 30 คนคิดเป็นร้อยละ 73.17 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 26.82 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

### ผลการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจโน้มนำเฉลี่ยเท่ากับ 3.15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.75 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความเข้าใจโน้มนำผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 92.68 และมีนักเรียนที่มี คะแนนความเข้าใจโน้มนำต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 7.31 และพบว่านักเรียนทั้งหมดผ่านเกณฑ์ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาที่ตั้งเป้าหมายไว้

### ผลการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 4

นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจโน้มนำเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 89.0 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความเข้าใจโน้มนำผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 หลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 4 พบว่า นักเรียนทั้ง 41 คนมีคะแนนความเข้าใจโน้มนำผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

## อภิปรายผล

ประเด็นสำคัญที่ผู้วิจัยนำมาอภิปรายผลมี 2 ประเด็นคือ 1) ผลการวัดความเข้าใจโมโนติวิซาฟิสิกส์ หลังจากได้รับการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่นของนักเรียนมัธยมศึกษา ปีที่ 5 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น 2) ผลการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาฟิสิกส์หลังจากที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ตามดังนี้

### 1) ผลการวัดความเข้าใจโมโนติวิซาฟิสิกส์หลังจากได้รับการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น

ระดับคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ที่ 0.27 ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับที่นักเรียนมีความเข้าใจโมโนติในระดับที่คาดเคลื่อน เมื่อนักเรียนได้รับการเรียนการสอนตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น พบว่าหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินในวงปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ความเข้าใจโมโนติที่คาดเคลื่อนบางส่วนหลังจากเรียนในวงปฏิบัติการที่ 2 และ 3 อยู่ในระดับที่มีความเข้าใจเชิงโมโนติที่ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์และ เมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินในวงปฏิบัติการที่ 4 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 89.0 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความเข้าใจโมโนติผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับที่มีความเข้าใจเชิงโมโนติทางฟิสิกส์ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่นได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลองจริงหาความรู้ด้วยตัวเองแล้วนำมาสำรวจตรวจสอบสร้างเป็นชิ้นงาน สอดคล้องกับ (Hoban, G. & Nielsen, W., 2014) ที่ได้กล่าวว่าการนำสโลเมชั่นมาใช้ในการเรียนการสอน สามารถเป็นตัวแทนคำอธิบายแนวคิดหรือโมโนติได้อย่างดีและสามารถตรวจสอบเข้าใจความเข้าใจโมโนติของนักเรียนได้ และในแต่ละขั้นตอนของการจัดทำสโลเมชั่นนั้นนักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติเองได้ในทุกขั้นตอนซึ่ง การลงมือปฏิบัติซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โมโนติทางฟิสิกส์ได้ สอดคล้องกับ (Selley, 1999: 3-6) ที่ได้เสนอแนะแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ว่าควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและทำการสืบค้นด้วยตนเองอีกครั้ง นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการเรียนการแก้โจทย์ปัญหาผ่านสโลเมชั่น นั้น มีการคิดการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการมากขึ้น สอดคล้องกับ (Good., 1973) ได้กล่าวว่า วิธีสอนนักเรียนให้ รู้จักคิดแก้ปัญหา คือวิธีการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิด มองหาทางแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล แล้วดำเนินการคิด แก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลด้วย โดยทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเป็นการหาทางเลือกอย่างมีระบบ เพื่อตัดสินใจข้อสรุปของปัญหา บางครั้งการแก้ปัญหาในสิ่งที่ยากอาจจะต้องอาศัยแนวคิดประสบการณ์ของผู้อื่นมาช่วย พิจารณา การแก้ปัญหาส่วนใหญ่แล้ว จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาบ่อยๆ จะทำให้เกิดโมโนติและยังพบว่าการสร้างสโลเมชั่นของนักเรียนได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นกันเพื่อให้ได้ข้อค้นพบโมโนติฟิสิกส์ที่ถูกต้อง นอกจากนี้การจัดทำสโลเมชั่นที่ได้มาจัดการเรียนการสอนร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พบว่านักเรียนมีโมโนติฟิสิกส์ที่ถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น สอดคล้องกับขั้นตอน การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 78-80) ในการสำรวจและค้นหาที่มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวม ข้อมูลสนเทศเพื่อนำมาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพออีกทั้งได้เปิดโอกาสให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็น

กันเพื่อให้ได้ข้อค้นพบมโนคติพิลึกส์ที่ถูกต้อง และสอดคล้องกับ (วิจารณ์พานิช ,2547:12) ที่กล่าวว่า การแลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญเพราะยังมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับคนอื่นมากเท่าไรก็จะทำให้เข้าใจมากขึ้นเท่านั้นซึ่งขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ห้าขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่นนั้นนักเรียนทุกคนมีโอกาสได้ทำกิจกรรม ร่วมกันในชั้นเรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ให้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากนั้นลงมือปฏิบัติและสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการลงมือทำสโลเมชั่นในการแก้โจทย์ปัญหา

## 2) การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์หลังจากที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น

เมื่อได้รับการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับสโลเมชั่น แล้วพบว่าหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินงานวงปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนทุกคนมีความสามารถอยู่ในระดับดีขึ้นคือนักเรียนทุกคนสามารถที่จะรู้สิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาสามารถนำสมการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนำมาวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้การที่ได้นำสโลเมชั่นมาใช้ในการเรียนการสอนพบว่านักเรียนสามารถนำสโลเมชั่นมาใช้จดจำเนื้อหาสาระได้เป็นรูปภาพและสามารถนำมาอธิบายแนวคิดได้เป็นอย่างดีสอดคล้องกับ (Hoban, G. & Nielsen, W. ,2011) ที่พบว่า การสร้างสโลเมชั่นสามารถเป็นตัวแทนรองรับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จัดทำแบบจำลองภาพหรือคำพูดในการสื่อสารความหมาย ทำให้การแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนนั้นมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพราะได้ฝึกการวางโครงสร้างในการแก้โจทย์ปัญหาในการวางกลยุทธ์ในการนำมาแก้โจทย์และสามารถตรวจสอบคำตอบได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอนซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างดี ทำให้การแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนนั้นมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพราะได้ฝึกการวางโครงสร้างในการทำสโลเมชั่นนอกจากนี้ การแก้โจทย์ปัญหาในการวางกลยุทธ์ในการนำมาแก้โจทย์และสามารถตรวจสอบคำตอบได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอนซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับ เซลคูก์, เคาแกน และ อีโรล (Selcuk: Calka; & Erol.2007) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับ การเสริมกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ผลวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้การแก้โจทย์ปัญหาที่มีกระบวนการที่ชัดเจนจะมีความสามารถและทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติ นอกจากนี้การสร้างสโลเมชั่นได้ใช้ร่วมกับกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พบว่านักเรียนนักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ตรงด้วยตัวเองการแก้โจทย์ปัญหานั้นจะดีขึ้นเรื่อยๆตามลำดับ สอดคล้องกับ (อรพินท์ ชื่นชอบ,2549) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนโดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

### ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เวลามากในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ควรเตรียมอุปกรณ์การทดลองให้พร้อม และทำความเข้าใจกำหนดเวลาให้ชัดเจน เพื่อให้ทำกิจกรรมได้ทันเวลา และสร้างชิ้นงานขึ้นมา
2. ควรจะจัดหาอุปกรณ์ที่ หลากหลายเพื่อเป็นตัวเลือกให้นักเรียนนั้นได้สร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างเต็มที่
3. ควรให้นักเรียนได้ฝึกการทำภาพสโลเมชั่นให้คล่องก่อนการใช้จริง

## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กรองกาญจน์ วิลัยศร. (2559). “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ เรื่อง อาหารและหารดำรงชีวิต ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.” วารสารวิชาการ Veridian E-Journal ปีที่ 9, ฉบับที่ 2 (เดือน พฤษภาคม-สิงหาคม): 407-423.
- ครรรชิต มาลัยวงศ์. (2535). บทบาทของการศึกษาในยุคสังคมข่าวสาร. เทคโนโลยี, 2535 : 48
- จุไรรัตน์ สอนสีดา. (2560). “ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและเจตคติต่อวิชา ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.”วารสารวิชาการ Veridian E-Journal ปีที่10, ฉบับที่ 3 (เดือนกันยายน-ธันวาคม): 21-37.
- เตือนใจ ตรีเนตร. (2544). “ผลการใช้แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- চার্জ বৃষ্টি.(2550). ภาษฎীหลักรัฐ : การออกแบหลักรัฐและพัฒน. กรุงเทพฯ : ธนรัฐ
- นภาพร วงเจริญ. (2550). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบพหุปัญญา” ปริญญาโท กศ.ม. (การศึกษามัธยม). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2541). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง.นิตยสาร สสวท. 26 (103): 8-11.
- ภพ เลหาไพบูลย์.(2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร :ไทยวัฒนาพานิช
- มารุต วรสาร.(2548). “การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยการเรียนแบบร่วมมือ” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ยีน ภู่วรรณ.(2538). การประยุกต์เทคโนโลยีทางการศึกษา. วารสารการศึกษาแห่งชาติ. 22 (124): 30
- เสฎฐวุฒิ มุลอมาตย์. (2549). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้ชุดการเรียนตามแนววิธีจ้ง 4” สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**ภาษาต่างประเทศ**

- Abimbola, I.O. (1988). "The Problem of Terminology in the Study of Student Conceptions," *Science Education*. 72 (2) : 175 – 184
- Abraham, M.R. and others. (1990). "Understanding and Misunderstanding of Eight Grades of Five Chemistry Concept Found in Textbooks," *Journal of Research in Science Teaching*. 1(2) : 147 – 165
- Anderson, K.E. . (1970). "The Teacher of Science in a Representative Sampling of Minnesota School," *Science Education*. 34 (1) : 171 ; January
- Hewson, Mariana G. and Hewson, Peter W. (2003). "Effect of instruction using students' prior knowledge and Conceptual change strategies on science learning" *Journal of Research Teaching*, 25(8), 35 – 43
- Hoban, G. (2010). From Claymation to Slowmation a teaching procedure to develop student's science. 51, *ProQuest Education Journals*
- Rojas.S. (2010). On the Teaching and Learning of Physics Problem Solving. *Rev. Mex. F' IS*. 56(1) : 22 - 28