

ผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถใน  
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย  
EFFECTS OF INSTRUCTION USING LEARNING STAGES OF BASIC INFERENCES ON  
SCIENTIFIC REASONING ABILITY AND PHYSICS LEARNING ACHIEVEMENT  
OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

นางสาวจุฬาลักษณ์ ยิ้มดี \*

Chulaluk Yimdee

ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี \*\*

Watcharaporn Kaewdee, Ph.D.

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น (2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป (3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น และ (4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ซึ่งศึกษาในภาคเรียนปลาย ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์คิดเป็นร้อยละ 84.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: jsukhowattanakit@gmail.com

\*\* อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: watcharaporn.k@chula.ac.th

ISSN 1905-4491

## Abstract

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were to (1) compare the scientific reasoning ability of students, before and after learning science through the instruction using learning stages of basic inferences, (2) compare the scientific reasoning ability of students between an experimental group that learned through the instruction using learning stages of basic inferences and a control group that learned through a traditional teaching method, (3) study the physics learning achievement of upper secondary school students who learned through the instruction using learning stages of basic inferences, and (4) compare the physics learning achievement of students between the experimental group and the control group. The samples were two classes of tenth grade students of a extra-large sized school under the Secondary Educational Service Area Office 2 during the second semester of the academic year 2013. The research instruments were the scientific reasoning ability test with reliability at 0.82 and the physics learning achievement test with reliability at 0.76. The collected data was analyzed by arithmetic mean, means of percentage, standard deviation and t-test. The research findings were summarized as follows: (1) After the experiment, the experimental group had the mean score of scientific reasoning ability higher than before the experiment and higher the control group at .05 level of significance. (2) The experimental group had the mean score of physics learning achievement at 84.15 percent which was higher than the criterion score set at 70 percent and higher than that of the control group at .05 level of significance.

**คำสำคัญ:** ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น/ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

**KEYWORDS:** LEARNING STAGES OF BASIC INFERENCES/ SCIENTIFIC REASONING ABILITY/ PHYSICS LEARNING ACHIEVEMENT

## บทนำ

เป้าหมายของการเรียนการสอนในการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การพัฒนาความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความสามารถทางวิทยาศาสตร์นี้มีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จในการประกอบอาชีพในอนาคตและสามารถรองรับความต้องการแรงงานได้อย่างหลากหลาย (Bao et al., 2009) จุดประสงค์ของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในโครงการ TIMSS 2011 คือ การเตรียมนักเรียนให้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานองค์ความรู้ พร้อมทั้งแปลความหมายข้อมูล วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้ (IEA, 2012) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดอย่างมีเหตุผลอันนำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ การคิดนี้ใช้กระบวนการอนุมาน การทดสอบสมมติฐาน การพยากรณ์ การสำรวจปรากฏการณ์เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์ จนนำไปสู่ความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Moshman, 2011) ยิ่งไปกว่านั้น การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning Ability) โดยทั่วไปเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ของนักเรียน (Boa et al., 2009)

จากการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS) ในปี ค.ศ. 2011 พบว่า นักเรียนไทยโดยภาพรวม มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในด้านเนื้อหาฟิสิกส์เท่ากับ 430 คะแนนและจัดอยู่ในช่วงคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 400-475 หมายความว่า นักเรียนไม่สามารถแสดงให้เห็นว่ามีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้ และไม่สามารถใช้ความรู้เชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ อีกทั้งนักเรียนไม่มีทักษะในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์และการเขียนสรุปเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยในปี ค.ศ. 2007 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาฟิสิกส์เท่ากับ 457 คะแนน พบว่า นักเรียนไทยโดยภาพรวม มีคะแนนเฉลี่ยเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในปี ค.ศ. 2011 ลดต่ำกว่า ปี ค.ศ. 2007

เมื่อพิจารณาจำแนกตามด้านการคิดหรือการใช้สติปัญญา ได้แก่ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผล พบว่า ในปี ค.ศ. 2011 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ความเข้าใจเท่ากับ 443 คะแนน คะแนนเฉลี่ยด้านการประยุกต์ใช้ความรู้เท่ากับ 451 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผลเท่ากับ 453 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่ากลาง คือ 500 คะแนน จากช่วงคะแนน 0-1,000 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยในปี ค.ศ. 2007 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ความเข้าใจเท่ากับ 472 คะแนน คะแนนเฉลี่ยด้านการประยุกต์ใช้ความรู้เท่ากับ 472 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผลเท่ากับ 473 คะแนน พบว่า นักเรียนไทยโดยภาพรวม มีคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดหรือการใช้สติปัญญาในปี ค.ศ. 2011 ลดต่ำกว่า ปี ค.ศ. 2007 (IEA, 2012)

นอกจากนี้ การประเมินผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ระดับประเทศของการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) โดยสำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) พบว่า ปีการศึกษา 2548-2556 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ร้อยละ 34.0 34.9 34.6 33.7 29.1 30.9 27.90 33.10 และ 30.48 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 ทุกปี และเมื่อพิจารณาตามสังกัดในปี พ.ศ. 2555 พบว่า นักเรียนจากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เท่ากับ 22.62 คะแนน (สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, 2550)

การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ตามโครงการ PISA ตั้งแต่ในปี ค.ศ. 2000 ถึง 2012 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 432 429 421 425 และ 441 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของ OECD ที่ 500 คะแนน จากช่วงคะแนนที่ 0-1,000 และอยู่ในระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับที่ 2 จากทั้งหมด 6 ระดับ ซึ่งระดับที่ 2 นี้มีช่วงคะแนนระหว่าง 409-484 หมายความว่า นักเรียนไม่สามารถระบุ อธิบาย และประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายและการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่างๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการตัดสินใจ นักเรียนไม่สามารถแสดงออกถึงการใช้ความคิดและการมีความเป็นเหตุเป็นผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง แต่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนได้ และสามารถให้เหตุผลและแปลความผลจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ตรงไปตรงมาได้ (Gurria, 2013; OECD, 2013; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

กระบวนการอนุมานเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในสร้างข้อสรุปและสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Vaughan, 2013) การอนุมานเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Inference) เป็นกระบวนการนำข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และแปลความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล

เพื่อนำไปใช้ในการลงข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Vaughan, 2013) กระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การอนุมานจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิด การแปลความหมายของการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งวิธีการทดลองสามารถนำมาตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างสมเหตุสมผล จากนั้นนำข้อมูลหลักฐานที่ได้มาใช้ในการสร้างคำอธิบายและสร้างข้อสรุปในสถานการณ์ที่ศึกษา เพื่อมุ่งพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการทำงานทางวิทยาศาสตร์จนนำไปสู่ความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้ กระบวนการอนุมานสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน (Lawson, 2009) ได้แก่ (1) การสังเกตปัญหา (Puzzling Observation) (2) การตั้งคำถามเชิงสาเหตุ (Causal Question) (3) การตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย (Multiple Hypotheses) (4) การพยากรณ์ (Predictions) (5) การรวบรวมหลักฐาน (Evidence) (6) การลงข้อสรุป (Draw a Conclusion) และ (7) การนำเสนอ (Presentation) สอดคล้องกับการวิจัยของเกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ที่ได้จัดการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนिरันย พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาได้ เนื่องจากมีลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างสมมติฐาน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์

จากสภาพปัญหาดังกล่าว จึงนำขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาของไทย เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกการสร้างและตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ (Lawson, 2009) และสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้น
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้น
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป

#### สมมติฐานการวิจัย

กระบวนการอนุมานเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการสร้างข้อสรุปและสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Vaughan, 2013) การอนุมานเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Inference) เป็นกระบวนการนำข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และแปลความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปใช้ในการลงข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Vaughan, 2013) กระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การอนุมานจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิด การแปลความหมายของการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งวิธีการทดลองสามารถนำมาตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างสมเหตุสมผล จากนั้นนำข้อมูลหลักฐานที่ได้มาใช้ในการสร้างคำอธิบายและสร้างข้อสรุปในสถานการณ์ที่ศึกษา เพื่อมุ่งพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งทาง

วิทยาศาสตร์ และทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการทำงานทางวิทยาศาสตร์จนนำไปสู่ความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังงานวิจัยของ Lawson (2009) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การอนุมานเบื้องต้นกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้สร้างและทดสอบสมมติฐาน และใช้วิธีการคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์เพื่อค้นพบองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ฝึกทักษะการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการทำงานทางวิทยาศาสตร์จนนำไปสู่ความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

การวิจัยโดยใช้ขั้นตอนของวงจรแบบสมมติฐานนิรนัย (Cycles of Hypothetico-Deductive) ซึ่งมีลักษณะกิจกรรมสำคัญที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายการสังเกต ตั้งสมมติฐานทางเลือก รวมทั้งระดมสมองเพื่อทดสอบสมมติฐานโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการสังเกตและผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นตอนของวงจรแบบสมมติฐานนิรนัยสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (Lawson, 2002) สอดคล้องกับ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบสมมติฐานพยากรณ์ (Cycles of hypothetico-Predictive) ซึ่งมีลักษณะที่เน้นให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาและนักศึกษาได้มีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การตอบคำถามเชิงสาเหตุและกำหนดการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับบริบทที่ศึกษา ซึ่งนักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในโน้ตทัศน์และทักษะการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนการสอน (Lawson, 2003)

นอกจากนี้ งานวิจัยของเกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 60 และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากข้อมูลข้างต้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวทางในการกำหนดสมมติฐาน 4 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนที่เรียนด้วยขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่เรียนด้วยขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนที่เรียนด้วยขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 70

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนที่เรียนด้วยขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest-Posttest Design คือ มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยทั้งสองกลุ่มมีการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลอง

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยการเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนั้น จึงดำเนินการทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่าง โดยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง มาทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ด้วยสถิติทดสอบ (t-test) พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ไม่แตกต่างกัน และใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีจับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 เป็นกลุ่มควบคุม

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชั้นการเรียนรู้แบบอนูมานเบื้องต้น สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบทั่วไปสำหรับกลุ่มควบคุม โดยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ ครอบคลุมเนื้อหาสาระเรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน ใช้เวลาในการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากัน คือ 18 คาบเรียน คาบละ 50 นาที ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาขอบข่ายเนื้อหาและศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชั้นการเรียนรู้แบบอนูมานเบื้องต้น จากนั้นจึงกำหนดเนื้อหาจำนวนคาบเรียนและดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ต่อมาได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องระหว่างความตรงของเนื้อหาและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งมีประสบการณ์สอนฟิสิกส์และมีประสบการณ์ในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ต่อมาจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบอีกครั้ง แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยครอบคลุมเนื้อหาสาระเรื่องโมเมนตัมและการชน และวัดองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ตามแนวคิดของ Heller et al. (2012) แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ และการนำโมทัศน์ไปใช้ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.24-0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-1.00 และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ และวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Bao et al. (2009) ซึ่งวัดประเภทการให้เหตุผลแบบอุปนัย มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30-0.69 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.57 ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายและองค์ประกอบของตัวแปร เพื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและกำหนดวัตถุประสงค์ใน

การสร้างแบบสอบและแบบวัด จากนั้นศึกษาแนวทางการวัด กำหนดลักษณะการเขียนข้อคำถามและเนื้อหาที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมองค์ประกอบ ต่อมาดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรเมื่อปรับแก้ไขเรียบร้อยแล้วจึงนำแบบสอบและแบบวัดที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบอีกครั้ง เมื่อแก้ไขปรับปรุงแบบสอบและแบบวัดแล้วจึงนำไปทดลองใช้ กับนักเรียนที่คล้ายคลึงกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

### **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และทำการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น และนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป ทั้งสองกลุ่มใช้เวลาเท่ากัน คือ 18 คาบเรียน คาบละ 50 นาที หลังจากดำเนินการสอนเสร็จสิ้นทั้งสองกลุ่มจึงทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบสองผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนก่อนและหลังเรียนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และคะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

### **การวิเคราะห์ข้อมูล**

การวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{x}$  ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์มาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งกำหนดโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2555: 22) เพื่อแปลระดับความสามารถทางการเรียนรู้อัตโนมัติ

จากนั้นทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที (t-test) แบบมีทิศทางซึ่งได้แก่ การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

### **ผลการวิจัย**

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น ได้ผลดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังทดลอง  
ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 41)

| กลุ่มตัวอย่าง | ก่อนทดลอง |      |                  | หลังทดลอง |      |                  | t <sup>a</sup> |
|---------------|-----------|------|------------------|-----------|------|------------------|----------------|
|               | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ ร้อยละ | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ ร้อยละ |                |
| กลุ่มทดลอง    | 8.12      | 1.33 | 54.15            | 10.80     | 2.15 | 72.03            | 6.81*          |

\*P < .05

<sup>a</sup>One-tailed dependent t-test.

ตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ได้ผลดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง (n = 41) และกลุ่มควบคุม (n = 38)

| กลุ่มตัวอย่าง | ก่อนทดลอง |      |                  | หลังทดลอง |      |                  | t <sup>a</sup> |
|---------------|-----------|------|------------------|-----------|------|------------------|----------------|
|               | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ ร้อยละ | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ ร้อยละ |                |
| กลุ่มทดลอง    | 8.12      | 1.33 | 54.15            | 10.80     | 2.15 | 72.03            | 6.81*          |
| กลุ่มควบคุม   | 7.79      | 2.57 | 51.93            | 8.29      | 2.35 | 55.26            | 0.89           |

\*P < .05

<sup>a</sup>One-tailed Independent t-test.

ตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น พบว่า ภายหลังจากการเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เท่ากับ 25.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.63 ซึ่งความสามารถของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์อยู่ในระดับดีมาก

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

| คะแนน                        | กลุ่มทดลอง<br>(n = 41) |      |                  | กลุ่มควบคุม<br>(n = 38) |      |                  | t <sup>a</sup> |
|------------------------------|------------------------|------|------------------|-------------------------|------|------------------|----------------|
|                              | $\bar{x}$              | S.D. | $\bar{x}$ ร้อยละ | $\bar{x}$               | S.D. | $\bar{x}$ ร้อยละ |                |
| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ | 25.24                  | 3.63 | 84.15            | 22.16                   | 4.34 | 73.86            | 3.41*          |

\*P < .05

<sup>a</sup>One-tailed independent t-test.

ตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ภายหลังการทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนโดยใช้ชั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น พบว่า ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งได้อภิปรายตามลำดับดังนี้

#### 1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยสรุปว่า ภายหลังการทดลองสอนด้วยการเรียนการสอนโดยใช้ชั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นทั้ง 3 ขั้นตอน จาก 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย ขั้นการพยากรณ์ และขั้นการลงข้อสรุป ซึ่งสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังเหตุผลต่อไปนี้

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย (Multiple Hypotheses) ขั้นตอนนี้มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้คาดคะเนคำตอบล่วงหน้าจากคำถามที่ได้ตั้งไว้ในขั้นที่ 2 การตั้งคำถามเชิงสาเหตุ การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้านี้เป็นการให้นักเรียนตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ซึ่งอาจมีได้หลายสมมติฐาน นอกจากนี้ นักเรียนยังได้ฝึกการคิดในเชิงเหตุและผลว่าสาเหตุที่เกิดสถานการณ์ปัญหานั้นจะนำไปสู่คำตอบอะไร ซึ่งการให้นักเรียนตั้งสมมติฐานนี้เป็นการฝึกการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน “ถ้า... และ... แล้ว... ดังนั้น...” ทั้งนี้ข้อมูลที่นำมาสร้างความสัมพันธ์ในสมมติฐานหรือนำมาให้เหตุผลนั้น ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ข้อมูลที่มีอยู่เดิม และข้อสรุปชั่วคราว

ตัวอย่าง สมมติฐานที่หลากหลาย(การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน) ของนักเรียนที่สร้างขึ้นในบทเรียน เรื่อง โมเมนตัม

“ถ้ามวลของถุงทรายมีผลต่อแรงที่ปล่อยมากกระทบพื้น ดังนั้นถุงทรายที่มีมวลมากกว่า แรงที่กระทบพื้นจะมากกว่า”

“ถ้าความสูงในการปล่อยถุงทรายมีผลต่อแรงที่ใช้ในการหยุดการเคลื่อนที่ของถุงทราย และความสูงในการปล่อยถุงทรายเพิ่มขึ้น ดังนั้นแรงที่ใช้ในการหยุดการเคลื่อนที่ของถุงทรายต้องเพิ่มขึ้น”

*“ถ้าความสูงในการปล่อยอุทราหมีผลต่อความเร็วของอุทราหมี และความสูงในการปล่อยอุทราหมีเพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังนั้นความเร็วของอุทราหมีก็เพิ่มขึ้น”*

นอกจากนี้ นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประเภทการให้เหตุผลแบบสมมติฐานแล้ว นักเรียนยังมีโอกาสได้ฝึกการเสนอแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองเพื่อเป็นการอธิบายสิ่งที่ตนเองเข้าใจและ ทบทวนมโนทัศน์หรือสมมติฐานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มอีกครั้ง ทำให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิด ความตระหนักรู้ และการเชื่อมโยงข้อมูลจากการสังเกตอย่างมีเหตุผลกับข้อมูลความรู้จากประสบการณ์เดิม รวมถึงสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านการเขียนในรูปแบบการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน “ถ้า... และ... แล้ว... ดังนั้น...” ในส่วนนี้ครูสามารถตรวจสอบมโนทัศน์หรือสมมติฐานของนักเรียนให้มีความเข้าใจตรงกันกับประเด็นที่ศึกษาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lawson (2001) ได้กล่าวไว้ว่า วงจรการเรียนรู้แบบสมมติฐานเชิงประจักษ์ (Empirical-abductive learning cycles) เป็นวงจรที่เน้นให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับสาเหตุที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ปัญหา และมีการรวบรวมข้อมูลจนนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ นักเรียนสร้างมโนทัศน์และช่วยพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียน รวมถึงช่วยให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความรู้เดิมของตน

ขั้นที่ 4 การพยากรณ์ (Predictions) ขั้นตอนนี้มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดให้เหตุผล โดยการนำสมมติฐานต่างๆ ที่ร่วมกันสร้างขึ้นมาประเมินความเป็นไปได้ ว่าสมมติฐานใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ การประเมินสมมติฐานของนักเรียนแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง คือ 1) สมมติฐานที่มีความเป็นไปได้ซึ่งจะได้รับการสนับสนุน และ 2) สมมติฐานที่มีข้อมูลกล่าวอ้างขัดแย้งซึ่งจะได้รับการปฏิเสธ การประเมินสมมติฐานในลักษณะการสนับสนุนหรือปฏิเสธของนักเรียนนี้เป็นการฝึกการให้เหตุผลแบบอธิบาย “ถ้า... และ... แล้ว... ดังนั้น...” ต้องอาศัยข้อมูลการให้เหตุผลของนักเรียน ได้แก่ สมมติฐาน การเปรียบเทียบข้อมูลที่มีอยู่เดิมและข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การคาดคะเนข้อมูลที่มีอยู่เดิมและข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

อีกทั้งในขั้นตอนที่ 4 การพยากรณ์ ยังมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนวางแผนการตรวจสอบสมมติฐาน โดยสมมติฐานนั้นจะต้องผ่านการประเมินมาแล้ว ซึ่งนักเรียนได้ฝึกการเรียนรู้การวางแผน ออกแบบวิธีการเพื่อนำไปสู่การตรวจสอบสมมติฐาน การวางแผนการออกแบบวิธีการตรวจสอบสมมติฐานนี้เป็นการให้เหตุผลนิรนัย “ถ้า... และ... แล้ว... ดังนั้น...” โดยมีข้อความการให้เหตุผล ได้แก่ สมมติฐานที่ผ่านการประเมินแล้ว การวางแผนการออกแบบวิธีการ และการคาดคะเนข้อมูลที่จะได้จากการทดลองหรือข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อันนำไปสู่การพิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากข้อสงสัยหรือคำถามที่นักเรียนได้กำหนดไว้ในเบื้องต้น ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ในขั้นนี้ ข้อมูลที่มีอยู่เดิมเป็นข้อมูลที่นักเรียนรวบรวมความรู้จากประสบการณ์เดิมและความรู้จากแหล่งต่างๆ อันจะนำไปสู่ความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษามากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างจากบทเรียนเรื่อง โมเมนตัม

ตัวอย่าง วิธีการตรวจสอบสมมติฐาน(การให้เหตุผลนิรนัย) ของนักเรียนที่สร้างขึ้นในบทเรียน เรื่อง โมเมนตัม

*“ถ้ามวลมีผลต่อแรงในการหยุดการเคลื่อนที่ของอุทราหมีที่จะเคลื่อนที่ และเปรียบเทียบกับจำนวนมวลของอุทราหมีที่เพิ่มขึ้น ทำให้แรงในการหยุดการเคลื่อนที่ของอุทราหมีเพิ่มขึ้น แล้วการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเร็ว และแรงในการหยุดการเคลื่อนที่ของอุทราหมีควรจะเพิ่มขึ้น ดังนั้นสมมติฐานมวลมีผลต่อแรงในการหยุดการเคลื่อนที่ของอุทราหมีควรจะได้รับการสนับสนุน”*

นอกจากนี้ นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประเภทการให้เหตุผลแบบอธิบายและการให้เหตุผลแบบนิรนัยภายในกระบวนการเรียนการสอนขั้นการพยากรณ์ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสระดมสมองและแบ่งปันความคิดร่วมกันภายในกลุ่ม อีกทั้งนักเรียนได้สร้างคำอธิบายที่เชื่อมโยงข้อมูลจากการสังเกตและข้อมูลจากการรวบรวมค้นคว้า และเป็นไปได้ว่าคำอธิบายมีความสอดคล้องกับโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอยู่เดิม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lawson (2002) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรแบบสมมติฐาน-นิรนัย (cycles of hypothetico-deductive) ซึ่งมีลักษณะกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ สังเกตปัญหา ตั้งคำถามเชิงสาเหตุ ตั้งสมมติฐาน การพยากรณ์เปรียบเทียบ และลงข้อสรุป รวมทั้งระดมสมองเพื่อทดสอบสมมติฐานโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการสังเกตและผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง อีกทั้งวงจรการเรียนรู้ยังมีประสิทธิภาพจะช่วยให้ นักเรียนพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้พื้นฐานจากทฤษฎีภาวะสมดุลของเพียเจต์ซึ่งประกอบไปด้วยภาวะสมดุล (Equilibrium) การซึมซับเข้าสู่โครงสร้าง (assimilation) และการปรับโครงสร้าง (accommodation)

ขั้นที่ 6 การลงข้อสรุป (Conclusion) ขั้นตอนนี้มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากตรวจสอบและปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้ มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ แปรผล และสรุปผลความสัมพันธ์ของข้อมูลร่วมกันจนได้เป็นข้อสรุป ซึ่งการให้ข้อสรุปของนักเรียนนี้เป็นการฝึกการให้เหตุผลแบบอุปนัย “ถ้า... และ... แล้ว... ดังนั้น...” ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อความการให้เหตุผล ได้แก่ สมมติฐาน การทดสอบการวางแผน การพยากรณ์ ผลลัพธ์จากการสังเกตหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง และข้อสรุป อีกทั้งสิ่งสำคัญในขั้นนี้ คือ นักเรียนได้แบ่งปันความคิดและอภิปรายสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม จนกระทั่งได้ข้อความการให้เหตุผลที่เป็นข้อสรุปหรือการให้เหตุผลแบบอุปนัยของนักเรียน ดังตัวอย่างจากบทเรียนเรื่อง โมเมนตัม โดยใช้สถานการณ์การปล่อยถ่วงทรายมวลต่างกันที่ความสูงเท่ากัน

ตัวอย่าง การให้ข้อสรุป(การให้เหตุผลแบบอุปนัย) ของนักเรียนที่สร้างขึ้นในบทเรียน เรื่อง โมเมนตัม

*“ถ้ามวลมีผลต่อความพยายามของถ่วงทรายที่จะเคลื่อนที่(สมมติฐาน) และสังเกตและบันทึกข้อมูลจากการทดลองทุกครั้ง โดยในการทดลองนั้นเปรียบเทียบจำนวนมวลของถ่วงทรายที่เพิ่มขึ้น(การทดสอบการวางแผน) แล้วในการทดลองเมื่อเพิ่มจำนวนมวลของถ่วงทรายเป็น 1 ถ่วง 2 ถ่วง และ 3 ถ่วงตามลำดับ จะทำให้ความพยายามที่จะหยุดการเคลื่อนที่ของถ่วงทรายมีมากขึ้น(การพยากรณ์) และในการทดลองเมื่อเพิ่มจำนวนมวลของถ่วงทรายเป็น 1 ถ่วง 2 ถ่วง และ 3 ถ่วง ตามลำดับ ทำให้ความพยายามที่จะหยุดการเคลื่อนที่ของถ่วงทรายมีมากขึ้น(ผลลัพธ์จากการสังเกต) ดังนั้นสมมติฐานมวลมีผลต่อความพยายามของถ่วงทรายที่จะเคลื่อนที่ที่ได้รับการสนับสนุน(ข้อสรุป)”*

นอกจากนี้ นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประเภทการให้เหตุผลแบบอุปนัยในกระบวนการเรียนการสอนในขั้นการลงข้อสรุป ทำให้นักเรียนมีโอกาสในการแบ่งปันความคิดและสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ แปรผล และสรุปผลความสัมพันธ์ของข้อมูล รวมถึงได้สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านการเขียนข้อสรุปหรือการให้เหตุผลแบบอุปนัยในรูปแบบ “ถ้า... (สมมติฐาน) และ... (การทดสอบการวางแผน) แล้ว... (การพยากรณ์) แต่... (ผลลัพธ์จากการสังเกต) ดังนั้น... (ข้อสรุป)” อันจะนำไปสู่การตรวจสอบและสรุปมโนทัศน์ที่ศึกษา จากการนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆของนักเรียน เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง สร้างกราฟ อีกทั้งแสดงหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ได้สร้างไว้ในขั้นต้น

## 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ได้คะแนนเท่ากับ 25.24 คะแนน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 21 คะแนน จัดอยู่ในระดับความสามารถดีมาก เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 สอดคล้องกับการวิจัยของ Lawson (2003) ที่พบว่า เมื่อศึกษาการใช้วงจรแบบสมมติฐาน-การพยากรณ์สามารถพัฒนาความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ ทักษะการโต้แย้ง และทักษะการใช้เหตุผลของนักเรียน เนื่องจากมีลักษณะกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้สังเกตปัญหา ตั้งคำถามเชิงสาเหตุ อธิบายข้อเสนอ วางแผนการทดสอบ เปรียบเทียบผลลัพธ์จากการพยากรณ์และการสังเกต และเขียนข้อสรุป ดังนั้น การที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นที่ใช้กับกลุ่มทดลองเป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ รวมถึงด้านการนำมีโนทัศน์ไปใช้ ดังปรากฏในกระบวนการเรียนการสอนในขั้นต่อไปนี้

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย (Multiple Hypotheses) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาให้นักเรียนมีโอกาสดำลองคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า อีกทั้งให้นักเรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่เดิมและข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ด้วยการกระตุ้นจากคำถามและสถานการณ์ เช่น สถานการณ์การปล่อยถุงทรายมวลต่างที่ความสูงเท่ากัน ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนคือ “นักเรียนคิดว่า ถ้าแรงที่ใช้ในการหยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร” ซึ่งลักษณะคำถามแบบนี้จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายเหตุผล แปลความเกี่ยวกับกฎ ทฤษฎี และหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการคาดคะเนคำตอบอันจะนำไปสู่ความเข้าใจมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ขณะที่นักเรียนได้ฝึกการสร้างสมมติฐาน อาทิ “ถ้ามวลมีผลต่อแรงที่ใช้ในการหยุดการเคลื่อนที่ของของถุงทราย และมวลของถุงทรายมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามลำดับ แล้วแรงที่ใช้ในการหยุดการเคลื่อนที่ของถุงทรายอาจจะเพิ่มขึ้น” หมายความว่า นักเรียนมีความสามารถในการรับรู้ในข้อเท็จจริงต่างๆ และมีความสามารถในการแปลความและอธิบายเกี่ยวกับข้อเท็จจริง กฎ ทฤษฎี และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้น การที่นักเรียนกลุ่มทดลองได้ฝึกการตั้งสมมติฐานตลอดระยะเวลาของการดำเนินการทดลอง จึงส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ความเข้าใจมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้

ขั้นที่ 4 การพยากรณ์ (Predictions) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสมะเขินคำอธิบาย รวบรวมองค์ความรู้จากประสบการณ์เดิม และองค์ความรู้จากแหล่งอื่นๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจในมีโนทัศน์ที่จะศึกษามากขึ้น อีกทั้งให้นักเรียนได้ฝึกกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน ดังตัวอย่างข้อความการให้เหตุผลของนักเรียน “และสังเกตจุดบนแถบกระดาษและบันทึกข้อมูลระยะทางบนแถบกระดาษ เวลา ความเร็ว ความเร่ง และแรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของถุงทรายที่จำนวนมวลของถุงทรายที่เพิ่มขึ้น” และนักเรียนได้ฝึกการพยากรณ์ข้อมูล ดังตัวอย่างข้อความ “แล้วในการทดลองเมื่อเพิ่มจำนวนมวลของถุงทรายเป็น 1 ถุง 2 ถุง และ 3 ถุง ตามลำดับ จะทำให้แรงในการหยุดการเคลื่อนที่ของถุงทรายมีมากขึ้น” ในส่วนนี้ นักเรียนจะสามารถพัฒนาความเข้าใจในมีโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับทัศนะของ Heller et al. (2012) ที่กล่าวว่า “นักเรียนที่สามารถให้เหตุผลเพื่ออธิบายและพยากรณ์เกี่ยวกับมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นนักเรียนที่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์” รวมถึงงานวิจัยของ Heller และคณะ ที่พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้รูปแบบการตรวจสอบภาระงานมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ขั้นที่ 6 การลงข้อสรุป (Conclusion) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนหลังจากที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ อาทิ ข้อมูลการจดบันทึกที่ได้จากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ในส่วนนี้จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาการรับรู้และมีความจำเกี่ยวกับเรื่องราวที่ได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง จากนั้นนักเรียนนำข้อมูลที่ได้นำมาสร้างคำอธิบายหรือข้อสรุปที่อยู่ในรูปแบบการให้เหตุผลแบบอุปนัย “ถ้า... (สมมติฐาน) และ... (การทดสอบการวางแผน) แล้ว... (การพยากรณ์) แต่... (ผลลัพธ์จากการสังเกต) ดังนั้น... (ข้อสรุป)” ทั้งนี้ นักเรียนได้ฝึกการคิดให้เหตุผลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างการพยากรณ์และการเก็บรวบรวมหลักฐาน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในโมทัศน์ที่ศึกษาชัดเจนยิ่งขึ้น สอดคล้องกับบทความทางวิชาการของทิตินา แชมมณี (2553) ที่กล่าวว่า “รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดอุปนัยที่มีกระบวนการเรียนการสอนประกอบด้วย 3 ขั้น ได้แก่ การสร้างมโนทัศน์ การตีความและสรุปข้อมูล การประยุกต์ใช้ข้อสรุปหรือหลักการ ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวนี้ สามารถฝึกให้นักเรียนพัฒนาการสร้างมโนทัศน์และประยุกต์ใช้มโนทัศน์ได้”

ขั้นที่ 7 การนำเสนอ (Presentation) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้นำเสนอด้วยการบรรยายสรุปผลจากการทำการทดลอง พร้อมทั้งแสดงรูปวาด ตาราง กราฟและอื่นๆ ในส่วนนี้นักเรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในโมทัศน์พร้อมทั้งได้ฝึกสร้างมโนทัศน์ที่ศึกษา โดยผ่านการรับรู้ข้อเท็จจริง แสดงออกถึงการมีความเข้าใจ และสามารถอธิบายเหตุผลหรือข้อสรุปได้ จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ที่ได้จากการทดลอง โดยใช้คำถามหลังการทดลอง ต่อมานักเรียนมีโอกาสناقญ ทฤษฎี และหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ อาทิ กิจกรรมการเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้กฎความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัม มวล และความเร็ว ( $\bar{p} = m\bar{v}$ ) และตัวอย่างโจทย์ จากนั้นนักเรียนระดมความคิดเพื่อเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์หรือสถานการณ์ใหม่ๆ ในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.3 อีกทั้งนักเรียนถูกกระตุ้นให้ระบุประโยชน์จากการนำมโนทัศน์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ด้วยคำถาม เช่น “นักเรียนสามารถนำประโยชน์ เรื่อง โมเมนตัม ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง” ในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.2 ซึ่งช่วยพัฒนานักเรียนด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกคิดเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ดังตัวอย่างข้อความ “ใช้ความรู้เรื่อง โมเมนตัม เป็นพื้นฐานแนวคิดด้านความปลอดภัยในการใช้รถยนต์ ด้านกีฬา และอื่นๆ” และกิจกรรมสุดท้าย คือ นักเรียนถูกกระตุ้นด้วยสื่อแอนิเมชันและคำถามเพื่อนำไปสู่การสรุปบทเรียนหรือมโนทัศน์ที่ศึกษา ในส่วนนี้ เมื่อนักเรียนได้เห็นข้อความภาพเคลื่อนไหวจากสื่อแอนิเมชัน ย่อมสร้างความเข้าใจและความอยากรู้อยากเห็น อีกทั้งมีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Mualem and Eylon (2010) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0001

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

#### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบการอนุมานเบื้องต้นเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ครูสามารถนำไปพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยครูจำเป็นต้องคำนึงถึงรายละเอียดและการเตรียมตัวในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

ขั้นก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูควรพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับลักษณะการเขียนข้อความการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท กล่าวคือ เนื้อหาบทเรียนหนึ่งเรื่องจะมีลักษณะของการเขียนข้อความการให้เหตุผลที่เป็นเฉพาะของบทเรียนนั้น ซึ่งครูจำเป็นต้องพิจารณาและเตรียมกำหนดข้อความการให้เหตุผลให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาหรือกิจกรรมที่เตรียมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองจากบทเรียนดังกล่าวก่อน โดยการพิจารณาสถานการณ์ปัญหาต้อง

คำนึงถึงการได้ฝึกคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน พร้อมทั้งสามารถสร้างสมมติฐาน สร้างคำพยากรณ์ และลงมือปฏิบัติเก็บรวบรวมข้อมูล จนกระทั่งลงข้อสรุปที่มีเหตุผลได้จากสถานการณ์ปัญหานั้น จากนั้นครูควรมีการเตรียมตัวในด้านอุปกรณ์การปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง อาทิ จากบทเรียนเรื่อง โมเมนตัม โดยใช้สถานการณ์การปล่อยถุงทรายมวลต่างกันที่ความสูงเท่ากัน ครูจำเป็นต้องตรวจดูและเตรียมความพร้อมของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา แถบกระดาษ กระดาษคาร์บอน และจำนวนของถุงทราย เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมการทดลองได้

ขั้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนได้สังเกตสถานการณ์ปัญหา และตั้งคำถามแล้ว ครูควรพิจารณาและฝึกให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างชำนาญ เนื่องจากนักเรียนยังมีความลังเลใจในการตั้งสมมติฐานของตนเอง ดังนั้นครูจึงจำเป็นต้องกระตุ้นนักเรียนให้มีความมั่นใจในการเขียนสมมติฐานหรือข้อความการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน “ถ้า... และ... แล้ว... ดังนั้น...” โดยการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนเกี่ยวกับข้อความการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน อาทิ “ถ้ามวลมีผลต่อแรงที่ใช้ในการหยุดการเคลื่อนที่ของของถุงทราย และมวลของถุงทรายมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามลำดับ แล้ว(บางที)แรงที่ใช้ในการหยุดการเคลื่อนที่ของถุงทรายอาจจะเพิ่มขึ้น” และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนข้อความการให้เหตุผลของตนเองอย่างหลากหลายเพื่อเพิ่มความมั่นใจในการเขียนข้อความ เมื่อนักเรียนได้เรียนผ่านแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ไปแล้ว แผนการจัดการเรียนรู้ต่อมา นักเรียนจะสามารถเขียนข้อความการให้เหตุผลได้ดียิ่งขึ้น ในทำนองเดียวกับการเขียนข้อความการให้เหตุผลประเภทอื่นๆ เช่น การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย

#### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยขั้นการเรียนรู้แบบการอนุมานเบื้องต้นมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลและฝึกการเขียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ลงในกระบวนการเรียนการสอนขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การพยากรณ์ การลงข้อสรุป ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล และการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

#### รายการอ้างอิง

##### ภาษาไทย

- เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตินา แคมมณี และคณะ. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *ผลกระทบโลกาภิวัตน์ต่อการจัดการศึกษาไทยใน 5 ปีข้างหน้า*. กรุงเทพมหานคร: ออฟเซ็ท เพรส.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2556). *ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน*. สืบค้นวันที่ 9 มิถุนายน 2556, จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

## ภาษาอังกฤษ

- Bao, L. et al. (2009). Learning and scientific reasoning. *Education forum* 323. Retrieved January 30, 2009, from [http://www.physics.ohiostate.edu/~lbao/Papers/Bao\\_Learning-Scientific-Reasoning.pdf](http://www.physics.ohiostate.edu/~lbao/Papers/Bao_Learning-Scientific-Reasoning.pdf)
- Gurria, A. (2013). *PISA 2012 Results in focus*. Retrieved February 26, 2014, from <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>
- Heller, J. I. and other. (2012). Differential effects of three professional development models on teacher knowledge and student achievement in elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49, 333-362
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). (2012). *TIMSS 2011 International Results in Science*. In M. O. Martin and et al. (Eds.), USA , TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Lawson, A. E. (2001). Using the learning cycle to teach biology concepts and reasoning patterns. *Journal of Biology Education*, 45, 165-169.
- Lawson, A. E. (2002). What does Galileo's discovery of Jupiter's moons tell us about the process of scientific discovery?. *Science & Education*, 11, 1-24.
- Lawson, A. E. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implication for science teaching. *International Journal of Science Education*, 25.
- Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, Argumentation, and Discovery. *Journal of Research in Science Teaching*, 94, 336-364.
- Moshman, D. (2011). *Adolescent rationality and development: Cognition, morality, and identity (3<sup>th</sup> ed.)*. USA: Taylor and Francis Group, LLC.
- Mualem, R. and Eylon, B. S. (2010). Junior high school physics: Using a qualitative strategy for successful problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 1094-1115
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Retrieved June 26 , 2014, from [http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA20201220framework20e-book\\_final.pdf](http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA20201220framework20e-book_final.pdf)
- Vaughan, S. (2013). *Scientific inference: Learning from data*, The United Kingdom: Cambridge Press.