

การสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

THE CONSTRUCTION OF ANALYTICAL THINKING TEST IN PHYSICS FOR
MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS IN PHRA NAKHON SI AYUTTHAYA PROVINCE

กนกพร ประพฤติธรรม¹, วารุณี ลัภนโชคดี², เอกภูมิ จันทรชนดี³

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและประเมินทางการศึกษา, ^{2,3} อาจารย์ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kanokporn Praputtam¹, Warunee Lapanachokdee², Ekgapoom Jantarakantee³

¹ Master Program Student, Department of Education, ^{2,3} Lecturer, Department of Education
Faculty of Education, Kasetsart University

e-mail : tor-tuy@hotmail.com

Abstract

The purpose of this study was to construct, to validate, to establish the local norms, including to construct the manual of the analytical thinking test in Physics for Mathayomsuksa 4 students in Phra Nakhon Si Ayutthaya. Using multi-stage random sampling method, research samples for scale validation and norms construction were consisted of 799 Matthayomsuksa 4 students who studied in school in Phra Nakhon Si Ayutthaya in first semester, academic year 2017. The constructed test comprised 50 items, aimed to assess 5 analytical thinking composition in Physics within the subjects of Forces and Motion; Matching, Classification, Error Analysis, Generalizing, and Specifying. Each composition comprised 10 items. The research results showed that the constructed analytical thinking test was the soundness test that could be efficiently used to assess the analytical thinking in Physics of Matthayomsuksa 4 students. The significant findings were as follow: The content validity of the test, calculated by the Item-objective Congruence index (IOC), were in the range of 0.60–1.00. The item difficulty indices were in the range of 0.32–0.72. The item discrimination indices were in the range of 0.34–0.77. The construct validity of the test, investigated by confirmatory factor analysis, revealed that construct validity of the analytical thinking test was achieved by Chi-square (with df of 1,066) of 1,061 ($P=0.53351$); Standardized RMR of 0.044; RMSEA of 0.00; GFI of 0.90; and AGFI of 0.88. The reliability for the matching, classification, error analysis, generalizing, and specifying were 0.94, 0.75, 0.81, 0.71, and 0.76, respectively, and for the whole test was 0.94. The local norms were in the range of T13–T78 T12–T81 T13–T34 T11–T80 and T13–T82, respectively, and for the whole test were in the range of T4–T88. The manual of the test was suitable, fully contained the important compositions, easy to understand, and convenient for usability.

Keywords : Analytical Thinking Test, Physics.

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พร้อมกับตรวจสอบคุณภาพ สร้างเกณฑ์ปกติและสร้างคู่มือการใช้แบบวัด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 799 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน แบบวัดที่สร้างขึ้นประกอบด้วยข้อคำถาม 50 ข้อ เพื่อวัดการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ประกอบด้วยการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน ด้านละ 10 ข้อ ได้แก่ ด้านการเปรียบเทียบ ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ด้านการสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป และด้านการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ ผลการวิจัยพบว่าแบบวัดที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ มีความตรงตามเนื้อหาโดยข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60–1.00 ความยากง่ายมีค่าตั้งแต่ 0.32–0.72 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.34–0.77 มีความตรงตามโครงสร้าง โดยมีค่า χ^2 ที่ df เท่ากับ 1,066 มีค่าเท่ากับ 1,061 ($P=0.53351$) Standardized RMR มีค่าเท่ากับ 0.044 RMSEA มีค่าเท่ากับ 0.00 GFI มีค่าเท่ากับ 0.90 และAGFI มีค่าเท่ากับ 0.88 แบบวัดมีความเที่ยงและเกณฑ์ปกติรายด้าน ได้แก่ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป และการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ มีค่าเท่ากับ 0.94 0.75 0.81 0.71 และ 0.76 เกณฑ์ปกติ มีค่าตั้งแต่ T13–T78 T12–T81 T13–T84 T11 –T80 และT13–T82 ตามลำดับ ส่วนความเที่ยงรายฉบับเท่ากับ 0.94 และเกณฑ์ปกตรายฉบับมีค่าตั้งแต่ T4–T88 คู่มือการใช้แบบวัดมีความเหมาะสมมีส่วนประกอบครบถ้วน อ่านเข้าใจง่าย และสะดวกในการนำไปใช้งาน

คำสำคัญ : แบบวัดการคิดวิเคราะห์, วิชาฟิสิกส์

บทนำ

สังคมในปัจจุบันเป็นยุคของเศรษฐกิจฐานความรู้มนุษย์ต้องดำเนินชีวิตอยู่ท่ามกลางข้อมูลข่าวสารสารสนเทศต่างๆ มากมาย การเข้าถึงข้อมูลสามารถทำได้ง่าย รวดเร็วและเกิดขึ้นตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรพัฒนาผู้เรียนในมิติของการคิดวิเคราะห์เพื่อให้สารที่ได้รับมาเกิดการตกผลึก มีเหตุผลประกอบจนสามารถนำไปสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องตามหลักการเชิงตรรกะ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2554) (Office of the Basic Education Commission, 2011) และการคิดวิเคราะห์ยังเป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต บุคคลที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จะมีความสามารถในด้านอื่น ๆ เหนือกว่าบุคคลอื่น ๆ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551) (Prachasiri Susearac, 2008)

จากความสำคัญของการคิดวิเคราะห์

กระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดให้มีการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเป็นทักษะหนึ่งในการพัฒนาเยาวชนของชาติ เข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) (Ministry of Education, 2008) รวมถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดให้ใช้ผลการประเมินการคิดวิเคราะห์เป็นเกณฑ์หนึ่งในการตัดสินเลื่อนชั้นและจบการศึกษาในแต่ละระดับการศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2554) (Office of the Basic Education Commission, 2011)

การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์นั้นมุ่งให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ พัฒนาวิธีคิด สามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์และวิจารณ์สิ่งหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ และสามารถค้นคว้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2554) (Office of the

Basic Education Commission, 2011) โดยในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกแผนการเรียนจะได้เรียนสาระที่ 4 เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จากการศึกษาดูชีวิตในสาระดังกล่าว เช่น ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลมและแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เป็นต้น พบว่า นักเรียนต้องมีการวิเคราะห์ความแตกต่างของลักษณะการเคลื่อนที่แต่ละแบบ มีการจัดลำดับของแรง จัดกลุ่มข้อมูล ลงข้อสรุปจากการทดลอง มีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ และมีการประยุกต์ใช้ความรู้ในการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับพฤติกรรมกรคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Marzano ที่กล่าวว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์นั้นประกอบด้วยความสามารถในการระบุความเหมือน หรือความแตกต่าง หรือ บอกรายละเอียดที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง สามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ หรือหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างสิ่งเหล่านั้น เพื่อค้นหาความจริงในสิ่งที่เกิดขึ้น รวมทั้งสามารถคาดการณ์ ในสิ่งที่อาจเกิดขึ้นได้บนพื้นฐานของความรู้ความเข้าใจ (2001 อ้างใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551, หน้า 52–53) (2001 as cited in Prachasiri Susearac, 2008: p. 52–53)

การวัดและประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาฟิสิกส์ จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการพัฒนาแบบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ พบว่ามีการสร้างและพัฒนาแบบวัดการคิดวิเคราะห์ไว้แล้ว โดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) แบบวัดที่ไม่อิงเนื้อหาตามกลุ่มสาระ เช่น แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 2 (ณัฐยา สิดาโคตร, 2552) (Natasha Sidakhot, 2009) หรือ แบบวัดการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร (จักรพงษ์ พร่องพรหมราช, 2554) (Jacphong Prongpromrat, 2011) เป็นต้น 2) แบบวัดที่อิงเนื้อหาตามกลุ่มสาระ เช่น แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 1 (ชลิดา ไจมณี, 2554) (Chalida Chaimane, 2011) หรือแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 (พัชรี อุปะ, 2555) (Patcharee Uppa, 2012) หรือแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2 (นวลมณี ทองอำไพ, 2555) (Nuanmanee Tongampai, 2012) และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์สาระการเรียนรู้เศรษฐศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 จังหวัดร้อยเอ็ด (สราลี สุขประเสริฐ, 2556) (Saralee Sukprasert, 2013) เป็นต้น ซึ่งยังไม่มีผู้สร้างและพัฒนาแบบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากการสอบถามครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ของสถานศึกษาในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจำนวน 30 คน เกี่ยวกับการดำเนินการวัดการคิดวิเคราะห์ พบว่าครูผู้สอนจำนวน 7 คน ดำเนินการวัดการคิดวิเคราะห์ โดยการสังเกตพฤติกรรมในการเรียน ซึ่งครูผู้สอนให้ข้อคิดเห็นว่าเนื่องจากจำนวนนักเรียนต่อหนึ่งห้องเรียนมีมาก ดังนั้นการสังเกตพฤติกรรมในการเรียนจึงทำได้ไม่ทั่วถึง สังเกตได้ค่อนข้างยาก และอาจเกิดความลำเอียงเนื่องจากผู้สังเกตเอง ครูผู้สอนจำนวน 10 คน ดำเนินการวัดการคิดวิเคราะห์โดยการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งครูผู้สอนที่ใช้วิธีการวัดดังกล่าวให้ข้อคิดเห็นว่าต้องใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนค่อนข้างมาก นอกจากนี้ยังมีครูผู้สอนจำนวน 13 คน ที่ใช้คะแนน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์ในการประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งไม่สามารถวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้อย่างแท้จริง โดยครูผู้สอนทั้ง 30 คน ให้ความเห็นตรงกันว่าหากมีการพัฒนาแบบวัดการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาฟิสิกส์โดยตรงจะทำให้เกิดความสะดวกแก่ครูผู้สอนในการวัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากใช้เวลาน้อยสามารถวัดนักเรียนได้ทั่วถึงทุกคน และทำให้ทราบระดับการคิดวิเคราะห์ที่แน่นอน ทำให้ครูผู้สอนสามารถใช้ผลการวัดเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้ทันที

ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถานศึกษาในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จึงมีความสนใจที่จะสร้าง แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พร้อมทั้งสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับแปลความหมายผลการวัด และสร้างคู่มือการใช้แบบวัด เพื่อเป็นเครื่องมือให้ครูใช้ในการวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เพื่อให้ทราบระดับการคิดวิเคราะห์จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาของนักเรียน และนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการกำหนดแนวทางในการส่งเสริมและปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา การคิดวิเคราะห์ของนักเรียน นักเรียนได้ทราบถึงระดับการคิดวิเคราะห์จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาของตนเอง อีกทั้งผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาของโรงเรียนสามารถนำผลการวัดไปใช้ในการกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนในโรงเรียน รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลประกอบในการประกันคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอกตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

4. เพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

การทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระสำคัญเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ และสาระสำคัญเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาแบบวัดทางการคิด โดยมีรายละเอียดดังนี้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ ซึ่งการคิดวิเคราะห์นั้นเป็นคุณลักษณะที่สำคัญหนึ่งที่หลักสูตรต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน และเมื่อได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในสาระที่ 4 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ สรุปได้ว่า สาระการเรียนรู้ดังกล่าวมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถสังเกต วิเคราะห์องค์ประกอบของปรากฏการณ์ต่างๆ สามารถอธิบายหลักการและความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ รวมถึงสามารถนำความรู้หลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ สามารถสืบค้นข้อมูลเพื่ออธิบายถึงผลกระทบ วิธีการตรวจสอบ และนำเสนอวิธีการแก้ไข สามารถทำการทดลองเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ซึ่งกระบวนการทดลองนั้นประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน และการสรุปผลความเห็น ซึ่งสอดคล้องกับการคิดวิเคราะห์ดังคำกล่าวของประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, หน้า 48) (Prachasiri Susearac, 2008, p.48) ที่ว่า ทักษะที่สำคัญของการคิดวิเคราะห์นั้นประกอบด้วย การสังเกต การ

“ความรู้มีรากฐานมาจากจิตสำนึก”

เปรียบเทียบ การคาดคะเนและการประยุกต์ใช้ การประเมิน การจำแนกแยกแยะประเภท การจัดหมวดหมู่ การ สันนิษฐาน การสรุปผลเชิงเหตุผล การศึกษาหลักการ การ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ การตั้งสมมติฐานที่มีผล มาจากการศึกษาค้นคว้าและตัดสินใจในสิ่งต่างๆ โดยใช้ เกณฑ์ในการตัดสินใจด้วยเหตุผล

ความหมายของการคิดวิเคราะห์นั้น Marzano (2001: 38) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็น ความสามารถในการขยายความคิดอย่างมีเหตุผล มีการ ประยุกต์กระบวนการคิดวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการระบุความเหมือนหรือความแตกต่าง หรือบอกรายละเอียดที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง สามารถจัดประเภทของสิ่งของต่างๆ หรือหาความสัมพันธ์ เชิงเหตุผลระหว่างสิ่งเหล่านั้น เพื่อค้นหาความจริงในสิ่งที่ เกิดขึ้น รวมทั้งสามารถคาดการณ์ในสิ่งที่อาจเกิดขึ้นได้บน พื้นฐานของความรู้ ความเข้าใจ Marzano ได้ แบ่ง ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์เป็น 5 ด้าน ดังนี้ 1) ด้าน การเปรียบเทียบ (Matching) เป็นความสามารถในการระบุ ความเหมือนหรือความแตกต่างของเหตุการณ์ แนวคิด เรื่องราว สิ่งของ อย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถบอก รายละเอียดของสิ่งต่างๆ ได้ 2) ด้านการจัดหมวดหมู่ (Classification) เป็นความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งของ เหตุการณ์ หรือแนวคิดที่มี ลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน โดยยึดหลักการ โครงสร้าง หรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน 3) ด้าน การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) เป็น ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะและการประเมินความ เป็นเหตุเป็นผลของแนวคิดหรือสิ่งต่างๆ จากมุมมองใด มุมมองหนึ่ง เป็นการระบุข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องจาก สถานการณ์ คุณลักษณะหรือพฤติกรรมต่างๆ ได้ 4) ด้าน การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป (Generalizing) เป็นความสามารถ ในการนำความรู้ หลักการและทฤษฎี มาอ้างอิงเพื่อสร้าง หลักการเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดได้ 5) ด้านการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ (Specifying) เป็น ความสามารถในการนำหลักการทั่วไปที่มีอยู่แล้วไปสรุป

เป็นหลักการใหม่ที่เฉพาะเจาะจง สามารถสรุปได้ว่า หลักการใหม่นั้นเป็นข้อควรปฏิบัติหรือไม่อย่างไร และสามารถทำนายเกี่ยวกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่ สัมพันธ์กับหลักการที่ได้รับ

ทิสนา แคมมณี และคณะ (2544, หน้า 169–176) (Tisana kaemmanee. et al. 2011: Pp.169–176) ได้ให้ แนวคิดเกี่ยวกับการวัดความสามารถทางการคิดแนว ททางวัดกลุ่ม จิตมิติ ซึ่งเป็นของกลุ่มนักวัดทางการศึกษา และนักจิตวิทยาที่พยายามศึกษาและวัดคุณลักษณะภายใน ของมนุษย์มาเกือบศตวรรษแล้ว เริ่มจากการศึกษาเชาว์ ปัญญา (Intelligence) โดยศึกษาโครงสร้างทางสมองของ มนุษย์ด้วยความเชื่อว่ามีลักษณะเป็นองค์ประกอบและมี ระดับความสามารถที่แตกต่างกันในแต่ละคน ซึ่งสามารถ วัดได้โดยการใช้แบบสอบถามมาตรฐาน ต่อมาได้ขยายแนวคิด ของการวัดความสามารถทางสมองสู่การวัดผลสัมฤทธิ์ บุคลิกภาพ ความถนัด และความสามารถในด้านต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการคิดด้วย ซึ่งการวัดของกลุ่มจิต มิตินั้นเน้นการสร้างเครื่องมือวัดที่เป็นมาตรฐานเพื่อเป็นลั กษณะเบื้องต้นให้ผู้ถูกวัดตอบสนองตามข้อคำถามแล้ววัดการ คิดจากคำตอบ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถนำไปใช้กับกลุ่มผู้ถูกวัด ที่มีขนาดใหญ่ได้พร้อมๆ กัน โดยแบบวัดเป็นเครื่องมือที่ใช้ วัดคุณลักษณะที่แฝงอยู่ในตัวของบุคคล ซึ่งเกี่ยวข้องกับ ความสามารถ สมรรถภาพ ทักษะ ความรู้ ความถนัด และ ความสามารถในการด้านต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการคิด พรทิพย์ ไชยโส (2545, หน้า 66) (Pomtip Chaiso, 2002, p.66) กล่าวว่า การสร้างแบบวัดไม่ว่าจะเป็นชนิดใด หรือมี ความมุ่งหมายอย่างไร จะต้องมีการกระบวนการสร้างเป็น ขั้นตอนและมีระบบเพื่อที่จะได้แบบวัดที่มีคุณภาพ ซึ่งมี ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบวัด ดังนี้ 1) กำหนด วัดคุณสมบัติและความมุ่งหมายของการวัด 2) การศึกษา แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3) แปลงสิ่งที่ต้องการวัดให้ อยู่ในรูปนิยามเชิงปฏิบัติการ 4) จัดทำตารางวิเคราะห์ เนื้อหาของแบบวัด 5) เลือกรูปแบบข้อคำถามในแบบวัด 6) สร้างข้อคำถาม 7) ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม ด้วยวิธีเชิงเหตุผล 8) ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อ

คำถามด้วยวิธีเชิงประจักษ์ 9) สร้างเกณฑ์ปกติ และ 10) สร้างคู่มือการใช้

ขอบเขตและวิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 24 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 1,337 คน

ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติ โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยคำนวณจากสูตร Yamane (1973) จากนั้นคำนวณหาสัดส่วนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจากจำนวนประชากร ทำให้ได้สัดส่วนในการสุ่มเท่ากับ 0.23 ทำให้ได้จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 333 คน

2. กลุ่มตัวอย่างเพื่อทดลองใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ครั้งที่ 1 (Try out) เพื่อศึกษาความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม ตัวเลือกและตัวลง และความชัดเจนของคำชี้แจง โดยใช้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 6 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักเรียนที่มีผลการประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในระดับดีเยี่ยมจำนวน 2 คน ระดับดีจำนวน 2 คน และระดับผ่านเกณฑ์จำนวน 2 คน

3. กลุ่มตัวอย่างเพื่อทดลองใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ครั้งที่ 2 (Try out) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดในด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก และประสิทธิภาพของตัวลง ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Sampling) ตามขนาดของโรงเรียน จากนั้น

ทำการสุ่มให้ได้โรงเรียนละ 1 ห้องเรียนและใช้นักเรียนทั้งหมดในห้องเรียนนั้นเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้เครื่องมือ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 125 คน

4. กลุ่มตัวอย่างเพื่อทดลองใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ครั้งที่ 3 (Try out) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านความตรงตามโครงสร้างและความเที่ยงของแบบวัด ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเช่นเดียวกับการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ โดยสัดส่วนในการสุ่ม เท่ากับ 0.30 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 3 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 286 คน

5. กลุ่มตัวอย่างเพื่อทดลองใช้คู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เพื่อศึกษาและทดลองบริหารการสอบตามคู่มือ โดยใช้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนท่าเรือ “นิธยานุกุล” จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 49 คน พร้อมทั้งครูผู้สอน 2 ท่าน

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบวัด

แบบวัดการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นได้กำหนดขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Marzano ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ การเปรียบเทียบ (Matching) การจัดหมวดหมู่ (Classification) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป (Generalizing) และการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ (Specifying) โดยเป็นการวัดการคิดวิเคราะห์แบบอิงเนื้อหาวิชาฟิสิกส์พื้นฐานในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อเรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง อัตราเร็ว ความเร็วและความเร่ง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม การ

เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย สนามแม่เหล็ก ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า และตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน สนามแม่เหล็กโลก สนามไฟฟ้า สนามโน้มถ่วงและการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง

การสร้างและการหาคุณภาพของแบบวัด

การสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

2. ศึกษาทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Marzano ซึ่งได้จำแนกพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ การเปรียบเทียบ (Matching) การจัดหมวดหมู่ (Classification) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป (Generalizing) และการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ (Specifying) และศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ในสาระที่ 4 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อนำเนื้อหามาใช้ในการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ให้สอดคล้องกับการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Marzano

3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์ในวิชาฟิสิกส์ ตามแนวคิดของ Marzano ดังนี้

3.1 การเปรียบเทียบ (Matching) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่างของลักษณะการเคลื่อนที่ ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่แต่ละแบบ เปรียบเทียบเหตุการณ์ที่เป็นผลมาจากแรงแต่ละประเภทกัน และเปรียบเทียบเหตุการณ์ที่เกิดจากประโยชน์หรือโทษของแรงแต่ละประเภท

3.2 การจัดหมวดหมู่ (Classification) หมายถึง ความสามารถในการเรียงลำดับปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ ขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ หรือจัดกลุ่มของเหตุการณ์ที่มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบเดียวกัน หรือเกี่ยวข้องกับแรงประเภทเดียวกัน และเหตุการณ์ที่

สอดคล้องกับประโยชน์ของแรงประเภทเดียวกันเข้าไว้ด้วยกัน

3.3 การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) หมายถึง ความสามารถในการนำปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ธรรมชาติของแรงและประโยชน์ของแรงแต่ละประเภท มาใช้ในการลงข้อสรุป อธิบาย ระบุข้อผิดพลาดของเหตุการณ์ต่างๆ

3.4 การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป (Generalizing) หมายถึง ความสามารถในการคำนวณปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่แบบต่างๆ การนำความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและประโยชน์ของแรงแต่ละประเภท มาใช้ในการอ้างอิงเพื่อประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

3.5 การสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ (Specifying) หมายถึง ความสามารถในการคำนวณปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ การนำความรู้เกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ธรรมชาติของแรงและการใช้ประโยชน์ของแรงแต่ละประเภท ไปใช้ในการกะประมาณ คาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

4. กำหนดน้ำหนักของการคิดวิเคราะห์แต่ละด้าน โดยผู้วิจัยกำหนดให้การคิดวิเคราะห์แต่ละด้านมีน้ำหนักเท่ากัน

5. เลือกรูปแบบข้อคำถาม ผู้วิจัยพิจารณาเลือกรูปแบบข้อคำถามของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นข้อคำถามแบบอิงเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ โดยข้อคำถามเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว การให้คะแนนเป็นแบบ 0 และ 1 คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 50 ข้อ เพื่อวัดการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน ด้านละ 10 ข้อ

6. สร้างข้อคำถามเพื่อวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เป็น 2 เท่าของจำนวนที่ต้องการ โดยสร้างข้อคำถามรวมจำนวน 100 ข้อ เพื่อวัดด้านละ 20 ข้อ แล้วนำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถาม

กับนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์แต่ละด้านและความถูกต้องของข้อคำถามและตัวเลือก รวมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับแก้

7. รับแก้ข้อคำถามของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำแบบวัดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์จำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ ความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถามและตัวเลือก รวมถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

8. นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ จากนั้นเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

9. นำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 6 คน ที่ได้รับการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อศึกษาระยะเวลาในการทำแบบวัด ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในข้อคำถามและคำชี้แจง

10. นำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 125 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อคำถามรายข้อในด้านความยากง่าย อำนาจจำแนกและประสิทธิภาพของตัวลง โดยหาค่าความยากง่ายจากสัดส่วนคะแนนของผู้ตอบในกลุ่มผ่านเกณฑ์และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ดัชนีเบรนนอน แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ตัวลงมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป และมี

ค่าอำนาจจำแนกติดลบ จำนวน 50 ข้อ เพื่อวัดการคิดวิเคราะห์ด้านละ 10 ข้อ ตามผังการสร้างข้อคำถาม

11. นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพทั้ง 50 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 286 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับในด้านความตรงตามโครงสร้างโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LISREL ค่าความเที่ยงรายด้านและค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับโดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach

12. นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ฉบับสมบูรณ์ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 333 คน เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับแปลความหมายคะแนนที่ได้จากแบบวัด โดยดำเนินการวิเคราะห์หาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ จากนั้นจึงหาค่าคะแนนมาตรฐานที่ปกติ และปรับคะแนนมาตรฐานที่ปกติเป็นเกณฑ์ปกติด้วยวิธีกำลังสองต่ำสุด

13. จัดทำร่างคู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ แล้วนำคู่มือดังกล่าวไปทดลองใช้กับครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 2 ท่าน ศึกษาและทดลองบริหารการสอบตามคู่มือ กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 49 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความชัดเจนของคู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

14. ปรับปรุงและจัดทำคู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ฉบับสมบูรณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ผลการศึกษา

การสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่สร้างขึ้นเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว การให้คะแนนเป็นแบบ 0 และ 1 คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 50 ข้อ เพื่อวัดการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน ตามแนวคิดของ Marzano ประกอบด้วย การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป และการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ ในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ด้านละ 10 ข้อ

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

2.1 แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 100 ข้อ มีความตรงตามเนื้อหาทุกข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ตั้งแต่ 0.60–1.00

2.2 การทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 6 คน เพื่อศึกษาระยะเวลาในการทำแบบวัด ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในข้อคำถามและคำชี้แจง พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคำชี้แจง ข้อคำถามและตัวเลือกได้ตรงกับที่ผู้วิจัยต้องการสื่อความหมาย แต่ข้อคำถาม ที่มี

ภาพประกอบบางข้อไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงปรับความเข้มของภาพต้นฉบับให้ชัดเจนขึ้น นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบวัด 120 นาที

2.3 การทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 125 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อคำถามรายข้อในด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก และประสิทธิภาพของตัวลอง แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 50 ข้อ เพื่อวัด การคิดวิเคราะห์ด้านละ 10 ข้อ พบว่า ข้อคำถามทั้ง 50 ข้อ เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพรายข้อผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.32–0.72 ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ค่อนข้างยากไปจนถึงค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34–0.77 ซึ่งเป็นข้อคำถามที่สามารถจำแนกผู้ที่รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ถูกต้องบางส่วน ไปจนถึงจำแนกได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ ตัวลองค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.29 และมีค่าอำนาจจำแนกติดลบตั้งแต่ -0.01 ถึง -0.55

2.4 การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LISREL พบว่า แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความตรงตามโครงสร้างที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ การเปรียบเทียบ (Matching) การจัดหมวดหมู่ (Classification) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป (Generalizing) และการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ (Specifying) ซึ่งโครงสร้างของแบบวัดมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Chi-Square (χ^2)	1061.46 (P=0.53351)
Standardized RMR	0.044
RMSEA	0.00
GFI	0.90
AGFI	0.88

2.5 การตรวจสอบความเที่ยงของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ได้ผลดัง
แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความเที่ยงของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รายด้านและรายฉบับ

องค์ประกอบ	จำนวนข้อ	ค่าความเที่ยง
1. การเปรียบเทียบ	10	0.94
2. การจัดหมวดหมู่	10	0.75
3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด	10	0.81
4. การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป	10	0.71
5. การสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ	10	0.76
รวมทั้งฉบับ	50	0.94

3. การสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับแปลความหมาย การคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้านและในภาพรวม ดังแสดงใน
คะแนนที่ได้จากแบบวัด โดยมีเกณฑ์การพิจารณาระดับ ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การพิจารณาระดับการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้านและในภาพรวม

T-NORMS	ระดับ
ตั้งแต่ T65 ขึ้นไป	มีการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับสูงมาก
ตั้งแต่ T55 – T64	มีการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับสูง
ตั้งแต่ T45 – T54	มีการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับปานกลาง
ตั้งแต่ T35 – T44	มีการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับต่ำ
เท่ากับหรือต่ำกว่า T34	มีการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับต่ำมาก

แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีคะแนนที่ปกติด้านการเปรียบเทียบมีคะแนนที่ปกติตั้งแต่ T13 ถึง T78 ด้านการจัดหมวดหมู่มีคะแนนที่ปกติตั้งแต่ T12 ถึง T81 ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดมีคะแนนที่ปกติตั้งแต่ T13 ถึง T34 ด้านการสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไปมีคะแนนที่ปกติตั้งแต่ T11 ถึง T80 และด้านการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะมีคะแนนที่ปกติตั้งแต่ T13 ถึง T82 และแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งฉบับมีคะแนนที่ปกติตั้งแต่ T4 ถึง T88

4. การทดลองใช้คู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยาฉบับร่าง โดยให้ครูโรงเรียนท่าเรือ“นิตยานุกูล” จำนวน 2 ท่าน ศึกษาและทดลองบริหารการสอบตามคู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ฉบับร่างกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 49 คน พบว่า ครูทั้ง 2 ท่านมีความเข้าใจตรงกันเกี่ยวกับรายละเอียดที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้แบบวัด สามารถดำเนินการสอบและบริหารการสอบได้ตรงตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้แบบวัด สามารถตรวจและแปลความหมายคะแนนจากการตอบแบบวัดของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ปกติได้ถูกต้อง โดยครูทั้ง 2 ท่านมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า คู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีความชัดเจน เข้าใจง่าย มีส่วนประกอบที่สำคัญครบถ้วนสมบูรณ์ รวมทั้งมีเกณฑ์ปกติของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่สามารถแปลความหมายระดับของการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้านของนักเรียนได้ นอกจากนั้นคุณครูท่านหนึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะว่า เนื่องจากแบบวัดการคิดวิเคราะห์มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ดังนั้นครูที่ดำเนินการสอบควรควบคุมไม่ให้เกิดการลอกกัน และครูผู้บริหารการสอบควรเป็นครูที่สอนรายวิชาฟิสิกส์ เนื่องจากเนื้อหาในแบบวัดเป็น

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ครูจึงควรมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเพื่อสามารถตอบข้อสงสัยของนักเรียนที่อาจเกิดขึ้นขณะสอบได้

อภิปรายผล

1. การสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

จากการที่ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ แล้วศึกษาทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Marzano และศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระที่ 4 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ แล้วนำมากำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์ในวิชาฟิสิกส์ตามแนวคิดของ Marzano กำหนดน้ำหนักของการคิดวิเคราะห์แต่ละด้าน โดยผู้วิจัยกำหนดให้การคิดวิเคราะห์แต่ละด้านมีน้ำหนักเท่ากัน จากนั้นจึงเลือกรูปแบบข้อคำถาม ผู้วิจัยพิจารณาเลือกรูปแบบข้อคำถามของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์เป็นข้อคำถามแบบอิงเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ โดยข้อคำถามเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว การให้คะแนนเป็นแบบ 0 และ 1 คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 50 ข้อ เพื่อวัดการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน ด้านละ 10 ข้อ ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามเป็น 2 เท่าของจำนวนที่ต้องการ โดยสร้างข้อคำถามรวมจำนวน 100 ข้อ เพื่อวัดด้านละ 20 ข้อ แล้วนำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์แต่ละด้านและความถูกต้องของข้อคำถามและตัวเลือก รวมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับแก้

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2.1 ความตรงตามเนื้อหา

จากการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของข้อคำถามโดยนำผลการพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่า IOC พบว่า ข้อคำถามในแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ฉบับสมบูรณ์ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60–1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อคำถามทุกข้อในแบบวัดมีความตรงตามเนื้อหาตามที่ พรทิพย์ ไชยโส (2545 หน้า 178) (Pomtip Chaiso, 2002, p.178) และพิชิต ฤทธิ์จรรยา (2551 หน้า 141) (Pichit Ritjaroon, 2008: p.141) กล่าวว่า ค่า IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าข้อคำถามแต่ละข้อนั้นเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่ต้องการวัด หรือ กล่าวได้ว่าเป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพคือมีความตรงตามเนื้อหา ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยสร้างแบบวัด การคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ตามขั้นตอนการสร้างที่มีคุณภาพ โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่มีความชัดเจน มีการศึกษาพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Marzano ที่จำแนกออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป และการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ และศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสาระที่ 4 เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อสร้างผังการสร้างข้อคำถาม ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา การคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน จำนวนข้อคำถามที่ต้องการสร้าง แล้วสร้างข้อคำถามตามผังการสร้างข้อคำถาม ทำให้แน่ใจได้ว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้นสามารถวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่มุ่งวัดได้

2.2 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก

ผลจากการนำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ไปวิเคราะห์ค่าความยากง่าย พบว่า ข้อคำถามมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.32–0.72 แสดงว่าข้อคำถามในแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ทุกข้อมี

คุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด กล่าวคือ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20–0.80 ดังที่ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 หน้า 219) (Sirichai Kanjanawasee, 2009: p.219) กล่าวว่า ข้อคำถามที่ควรคัดเลือกมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลควรเป็นข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20–0.80

ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ พบว่า ข้อคำถามมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34– 0.77 แสดงว่าข้อคำถามในแบบวัดทุกข้อ มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดกล่าวคือ ข้อคำถามที่มีคุณภาพต้องมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20ขึ้นไป ดังที่ ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 หน้า 219) (Sirichai Kanjanawasee, 2009: p.219) และพิชิต ฤทธิ์จรรยา (2551 หน้า 143) (Pichit Ritjaroon, 2008: p.143) กล่าวว่า ข้อคำถามที่ควรคัดเลือกมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ควรเป็นข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้น

ประสิทธิภาพของตัวลองโดยการวิเคราะห์ค่าสัดส่วนผู้เลือกตัวลอง พบว่า ข้อคำถามมีค่าสัดส่วนผู้เลือกตัวลอง ตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.29 แสดงว่าตัวลองของข้อคำถามแต่ละข้อในแบบวัดดังกล่าว มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด กล่าวคือตัวลองที่มีคุณภาพต้องมีสัดส่วนผู้เลือกตัวลอง ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป ดังที่ ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 หน้า 219) (Sirichai Kanjanawasee, 2009: p.219) กล่าวว่า ข้อคำถามที่ควรคัดเลือก มาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นควรมีสัดส่วนของผู้เลือกตัวลองตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นตัวลองที่ดี

ค่าอำนาจจำแนกของตัวลอง พบว่า ข้อคำถามมีค่าอำนาจจำแนกของตัวลองตั้งแต่ -0.01 ถึง -0.55 แสดงว่า ตัวลองของข้อคำถามแต่ละข้อในแบบวัดดังกล่าวมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด กล่าวคือ ข้อคำถามที่มีคุณภาพต้องมีค่าอำนาจจำแนกตัวลอง ตั้งแต่ -0.55 ขึ้นไปดังที่ ศิริชัย กาญจนวาสี (2552: 219) (Sirichai Kanjanawasee, 2009: p.219) กล่าวว่า ข้อคำถามที่ควรคัดเลือกมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น

ควรมีค่าอำนาจจำแนกของตัวลง ตั้งแต่ -0.05 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นตัวลงที่ดี

การที่แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่มีคุณภาพรายข้อเป็นไปตามเกณฑ์นั้นเนื่องจาก ผู้วิจัยมีการปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งมีการนำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จำนวน 6 คน เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา โดยคัดเลือกนักเรียนที่มีผลการประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในระดับที่แตกต่างกันได้ครอบคลุมทั้งกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในระดับดีเยี่ยม ระดับดี และระดับผ่าน แล้วนำผลจากการทำแบบวัดของนักเรียนมาปรับปรุงข้อคำถามให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น รวมทั้งมีการสร้างข้อคำถามให้มีจำนวนมากกว่าจำนวนข้อที่ต้องการจำนวน 2 เท่า แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ทำให้สามารถคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ได้

2.3 ความตรงตามโครงสร้าง

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัด โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LISREL พบว่า แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีความตรงตามโครงสร้างที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป และการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ โครงสร้างของแบบวัดมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่าไคสแควร์ (Chi-Square: χ^2) ที่ df เท่ากับ 1,066 มีค่าเท่ากับ 1,061.46 ($P = 0.53351$) ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized RMR) มีค่าเท่ากับ 0.044 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.00

ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ 0.90 และค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับค่าแล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.88 ซึ่งเมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังที่ สุภมาส อังคุชิตี (2554 หน้า 125–126) (Supamas Aungsocho, 2011: p.125–126) และสุวิมล ตีรกันันท์ (2553 หน้า 249) (Suvemon Tirakanun, 2010: p.249) กล่าวไว้ว่า โมเดลจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อค่าไคสแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า χ^2/df ไม่ควรเกิน 2 ค่า RMSEA และค่า Standardized RMR ควรต่ำกว่า 0.05 ค่า GFI และ AGFI ควรมีค่า 0.90 ขึ้นไป พบว่าข้อมูลเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ยกเว้นค่า AGFI ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังที่ สุวิมล ตีรกันันท์ (2553 หน้า 249) (Suvemon Tirakanun, 2010: p.249) กล่าวว่า ค่า AGFI ที่มีค่า $0.85 \leq AGFI \leq 0.90$ เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่พัฒนาขึ้นมีความตรงตามโครงสร้าง ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป และการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรม การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Marzano แล้วสร้างนิยามปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ในแต่ละด้าน ได้แก่ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป และการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ อย่างชัดเจน ทำให้สามารถสร้างข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบได้สอดคล้องกับทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Marzano

2.4 ความเที่ยงของแบบวัด

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาด้านความเที่ยงโดยการคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach พบว่า แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ฉบับสมบูรณ์ มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับ เท่ากับ 0.94 และค่าความเที่ยงของแบบวัดด้านการเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป และการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ มีค่าเท่ากับ 0.94 0.75 0.81 0.71 และ 0.76 ตามลำดับ แสดงว่า แบบวัดดังกล่าว มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยมีความเที่ยงตามเกณฑ์ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 หน้า 219) (Sirichai Kanjanawasee, 2009: p.219) ที่กล่าวว่า แบบวัดที่ใช้ในการทดสอบ ควรมีความเที่ยงอย่างน้อยที่สุดไม่ต่ำกว่า 0.50 จึงถือเป็นแบบวัดที่เหมาะสมในการนำไปใช้ ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาของข้อคำถาม มีความเป็นเอกพันธ์กัน จำนวนข้อคำถามที่ใช้วัดการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้านมีจำนวนหลายข้อ และมีความปรนัยในการให้คะแนน

3. การสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า การคิดวิเคราะห์ด้านการเปรียบเทียบมีคะแนนปกติที่ ตั้งแต่ T13 ถึง T78 ด้านการจัดหมวดหมู่มีคะแนนปกติที่ ตั้งแต่ T12 ถึง T81 ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดมีคะแนนปกติที่ ตั้งแต่ T13 ถึง T84 ด้านการสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไปมีคะแนนปกติที่ ตั้งแต่ T11 ถึง T80 และด้านการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะมีคะแนนปกติที่ ตั้งแต่ T13 ถึง T82 สำหรับเกณฑ์ปกติของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยาทั้งฉบับมีคะแนนปกติที่ ตั้งแต่ T4 ถึง T88 จากการที่ผู้วิจัยนำเกณฑ์ปกติที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนท่าเรือ “นิตยานุกูล” จำนวน 49 คน พบว่าระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้จาก

การนำคะแนนจากการตอบแบบวัดมาเทียบกับเกณฑ์ปกติ สอดคล้องกับผลการประเมินการคิดวิเคราะห์ของครูผู้สอนที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมขณะเรียน การตรวจผังมโนทัศน์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกณฑ์ปกติที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ เนื่องจากเป็นคะแนนที่ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสุ่มอย่างมีขั้นตอน และเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งเป็นตัวแทนที่ดีในการสร้างเกณฑ์ปกติ ดังที่ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543 หน้า 313-314) (Luan Saiyot and Aungkana Saiyot, 2000: p.313-314) และ พรทิพย์ ไชยโส (2545: 259) (Pomtip Chaiso, 2002: p.259) กล่าวว่า วิชาฟิสิกส์ที่เหมาะสมควรประกอบด้วย การสร้างจากความเป็นตัวแทนที่ดี มีความตรง และมีความทันสมัย จึงสามารถแปลผลการวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงกล่าวได้ว่า เกณฑ์ปกติของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถนำไปใช้ในการแปลความหมายคะแนนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. คู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ผลจากการนำคู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยให้ครู 2 ท่าน ศึกษาและทดลองบริหารการสอบกับนักเรียน รวมจำนวน 49 คน เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของคู่มือ พบว่าครูผู้สอนทั้ง 2 ท่านมีความเข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับภาษาที่ใช้ในคู่มือการใช้แบบวัด ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ได้แก่ คำชี้แจง วัตถุประสงค์ของแบบวัด นิยามการคิดวิเคราะห์ในวิชาฟิสิกส์ ลักษณะของแบบวัด โครงสร้างเนื้อหาของแบบวัด เวลาที่ใช้ในการดำเนินการวัด วิธีดำเนินการวัด การตรวจให้คะแนนและแปลความหมายของผลการวัด ซึ่งเป็นไปตามหลักการสร้างคู่มือที่มีคุณภาพ ดังที่ พร

ทิพย์ ไชยโส (2545 หน้า 70) (Pomtip Chaiso, 2002: p.70) ได้กล่าวไว้ว่า คู่มือประกอบด้วย การกำหนดคำสั่ง คำชี้แจงในการตอบแบบวัด การกำหนดเวลาในการวัด การกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน ความเป็นปรนัยในการให้คะแนน และการสร้างปกติวิสัยเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตีความหมายคะแนน จึงสรุปได้ว่า คู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีคุณภาพสามารถนำไปใช้เป็นคู่มือ เพื่อเป็นแนวทางในการนำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยาไปใช้ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ไปใช้

1. ผู้ที่นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ไปใช้ควรศึกษารายละเอียดการใช้แบบวัดในคู่มือการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์ให้เข้าใจ และปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด เพื่อให้สามารถดำเนินการวัดและแปลความหมายผลที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน
2. ผู้ที่นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้นั้นควรพิจารณาไปใช้ให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนโดยให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์พื้นฐานที่จัดให้เรียนโดยโรงเรียน เช่น ในแผนการเรียนทั่วไป จัดให้เรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ ส่วนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์นั้นสามารถนำไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. สามารถนำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ เพื่อวัดการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้าน

ได้แก่ ด้านการเปรียบเทียบ ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด ด้านการสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไป และด้านการสรุปหลักเกณฑ์เฉพาะ รวมถึงสามารถใช้เพื่อวัดการคิดวิเคราะห์ในภาพรวม

4. สามารถนำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละหัวข้อ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรงและปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่แบบอื่น ๆ ประกอบด้วย การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของแรง ประกอบด้วย แรงเนื่องจากสนาม แม่เหล็ก สนามโน้มถ่วง สนามไฟฟ้า และแรงในนิวเคลียส และประโยชน์ของแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก สนามโน้มถ่วง สนามไฟฟ้า และแรงในนิวเคลียส รวมถึงสามารถใช้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในภาพรวม

5. ผู้ดำเนินการสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ ควรเป็นครูที่สอนในรายวิชาฟิสิกส์ หรือมีความรู้ความเข้าใจในรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อสามารถตอบข้อสงสัยหรือให้คำแนะนำนักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัยได้

6. ผู้ที่นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ ควรตรวจสอบความคมชัดของภาพก่อนนำแบบวัดไปถ่ายเอกสาร เพื่อให้ข้อสอบที่เป็นภาพมีความชัดเจน ไม่ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัด

7. ผู้ที่นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ ควรดำเนินการสอบอย่างรัดกุม ป้องกันนักเรียนทุจริตในการสอบ เพื่อให้ผลการวัดที่ได้ตรงกับความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิเคราะห์ความตรงตามโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Factor Analysis) เพื่อให้ทราบน้ำหนักความสอดคล้องของ การคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้านในเชิงประจักษ์

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ ; โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- จักรพงษ์ พร่องพรมาช. (2554) . **การพัฒนาแบบวัดการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชลิดา ใจมณี. (2554). **การสร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ณัฐชา สีดาโคตร. (2552). **การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นวลมณี ทองอำไพ. (2555). **การสร้างแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). **การพัฒนาการคิด**. โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิค พรินติ้ง, กรุงเทพมหานคร.
- พรทิพย์ ไชยโส. (2545). **เอกสารคำสอนวิชา 153521 หลักการวัดและการประเมินผลขั้นสูง**. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัชรี อุปปะ. (2555). **การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. (2551). **หลักการวัดและประเมินทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ ; สำนักพิมพ์แฮลลอฟเดอร์มีส์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ ; สุวีริยาสาส์น.
- ศิริชัย กาญจนาวาสี. (2552). **ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม**. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เล่ม 1**. กรุงเทพฯ ; โรงพิมพ์ สกสค.
- สราลี สุขประเสริฐ. (2556). **การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สาระการเรียนรู้เศรษฐศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). **แนวทางการพัฒนาและประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ ; โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สุกมาส อังคุชิต. (2554). **สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ เทคนิคการใช้โปรแกรม LISREL**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ; เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

สุวิมล ตีรพานันท์. (2553). การวิเคราะห์ตัวแปรพหุในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ; โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

References

- Chalida Chaimane .(2011). **The Construction of Analytical Thinking Skill Test in Thai Language Learning Strand for Mathayom Suksa 3 Students.** Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Chiang Mai University.
- Department of Academic Affairs, Ministry of Education. (2008). **The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551.** Bangkok; Printing House of Teachers, Ladprao.
- Jakphong Prongpromrat .(2011). **A Development of Analytical Thinking Test for Prathomsuksa 6 Students under Bangkok Primary Education service Area Office.** Master Project, M.Ed. (Secondary Education).Kasetsart University.
- Luan Saiyot and Aungkana Saiyot.(2000). **Technique of Learning Measurement.** Printed at 2nd, Bangkok; Suveriyasan Printing.
- Natasha Sidakhot .(2009). **A Construction of an Analytical Thinking Test for MathayomSuksa 3 Students.** Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Khon Kaen University.
- Nuanmanee Tongampai.(2012).**The Construction of Analytical Thinking Test in Science for Prathomsuksa 6 Students.** Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Rajabhat Maha Sarakham Uiniversity.
- Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education .(2008). **Development and evaluation of reading, thinking, analysis and writing. According to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551.** Bangkok ; The Agricultural Cooperative Federation of Thailand., LTD. Printing,
- Patcharee Uppa .(2012). **Constructing a Test of Analytical Thinking Ability for Mathayomsuksa 4 Students.** Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Rajabhat Maha Sarakham Uiniversity.
- PichitRitcharoon.(2008).**Measurement Evaluation.** Bangkok; House of Kernyst Printing.
- PomtipChaiso .(2002). **15321 Advanced Educational Assessment handout.** Bangkok ; Department of Education, Faculty of Education Kasetsart University
- Prachasiri Susearac .(2008). **The Development of Thinking.** Bangkok ; 9119 Technique Printing Ltd.,
- Saralee Sukprasert .(2013).**A Construction of Analytical Thinking Ability Test in Economic Strand for Mathayomsuksa 1 Students.** Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Rajabhat Maha Sarakham Uiniversity
- Sirichai Wanjanawasee .(2008). **Classical Test.** Bangkok; Printing of Chulalongkorn University.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, Ministry of Education .(2012). **More Courses for Physics, Volume 1, Grades 4–6.** Bangkok ; Council Printing House.

Supamas Aungsocho .(2011). **Statistics for Social Science and Behavioral Science Research Techniques to use the LISREL**. Printed at 3rd , Bangkok ; Charoen–di–man–khong Printing.

Suvemon Tirakanun.(2010).**Multivariate Analysis for Social Science Research**. Bangkok; Printing of Chulalongkom University.

Yamane, T.(1973).**Statistic: An introductory analysis**. New York; Harper International.