



A Construction of A Diagnostic Test for Learning in Physics: Force and Newton's Law of Motion for Grade 10 Students

Pakapan Sangsuwan¹ Darunee Tipayakulpairoj² and Kamontip Srihaset³

Evaluation and Research Department, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Thailand

¹E-mail: pakapanoppo@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2454-0199>

²E-mail: newbobow@hotmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4874-2607>

³E-mail: Ksrihaset@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4381-6128>

Received 21/03/2024

Revised 07/04/2024

Accepted 16/06/2024

Abstract

Background and Aims: The diagnostic test is a test to determine the deficiencies, weaknesses, and causality of the learning deficiencies of students in various fields and the use of information to promote learning. This research aims to 1) create a construction of a diagnostic test for learning in physics: force and Newton's law of motion for grade 10 students. 2) Diagnosed learning in physics: force and Newton's law of motion for grade 10 students.

Methodology: The sample group used in this research is grade 10 students (science-mathematics plan) for the academic year 2566 B. E. in schools under the Office of the Private Education Promotion Commission, in Samutprakarn province, 236 people. The tool used in this diagnostic test is group sampling. The research instrument used a diagnostic test for learning in physics: force and Newton's law of motion using the four-tier diagnostic test to check the quality of the diagnostic test with content correspondence, precision, difficulty, and statistical classification power used in analyzing data such as frequency and percentage.

Results: Findings are as follows 1) The content directivity of the generated diagnostic test has an IOC value in the range of 0.67 – 1.00 where the answer level (A-tier) has a precision of 0.822; the difficulty is in the range of 0.40 – 0.85, and the power is classified. In the range of 0.25 – 0.70 over the answer level (R-tier) the precision is 0.834 and the difficulty is in the range of 0.42 – 0.88. and the classification of power is in the range of 0.20 – 0.65. 2) The results of the defect diagnosis showed that the students had a misunderstanding. Newton's second most significant law of motion is the computation of the interaction force. The weighting inside the elevator, the meaning of the weight of the object, and the calculation of the rope tension through. The smallest misconception among students is the meaning of force.

Conclusion: The results show how well the diagnostic test measures students' comprehension at various knowledge levels, with a high degree of accuracy and variability in difficulty. The discovery of prevalent misunderstandings also emphasizes the significance of focused interventions to address particular areas of misunderstanding and enhance general comprehension in physics instruction.

Keywords: Learning Defects; Four-tier Diagnostic Test



การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผกาพรรณ แสงสุวรรณ¹ ดารุณี ทิพยกุลไพโรจน์² และกมลทิพย์ ศรีหาเศษ³

ภาควิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

บทคัดย่อ

ภูมิหลังและวัตถุประสงค์: แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่อง จุดอ่อน จุดด้อย และหาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในด้านต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ถูกต้องและตรงจุด ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระเบียบวิธีการวิจัย: กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แผนการเรียนวิทย์ - คณิต) ประจำปีการศึกษา 2566 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 236 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ แบบสี่ระดับ ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย ด้วยค่าความตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ

ผลการวิจัย: (1) ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น มีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 โดยระดับคำตอบ (A-tier) มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.822 ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.40 - 0.85 และอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.25 – 0.70 ส่วนระดับเหตุผล (R-tier) มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.834 ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.42 - 0.88 และอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 – 0.65 (2) ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่อง พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน เรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันมากที่สุด รองลงมา คือ การคำนวณเกี่ยวกับแรงคู่กิริยาและการชั่งน้ำหนักภายในลิฟต์ ความหมายน้ำหนักของวัตถุ และการคำนวณเกี่ยวกับเรื่องแรงดึงเชือกคล้องผ่านรอก ตามลำดับ ส่วนเรื่องที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ ความหมายของแรง

สรุปผล: ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการทดสอบวินิจฉัยวัดความเข้าใจของนักเรียนในระดับความรู้ต่างๆ ได้ดีเพียงใด โดยมีความแม่นยำและความแปรปรวนในระดับสูงในระดับความยาก การค้นพบความเข้าใจผิดที่แพร่หลายยังเน้นย้ำถึงความสำคัญของการแทรกแซงเพื่อจัดการกับความเข้าใจผิดในด้านใดด้านหนึ่ง และเพิ่มความเข้าใจทั่วไปในการสอนวิชาฟิสิกส์

คำสำคัญ : ข้อบกพร่องทางการเรียน; แบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ อีกทั้งเครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย มีผลให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมาก วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมเห็นการเรียนรู้ (knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy for all) เพื่อจะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ด้วยเหตุนี้ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้อย่างมีเหตุผล หากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียนยังไม่มีประสิทธิภาพมากพอ ก็ส่งผลต่อผลการเรียนของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพน้อยลง ดังนั้นการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์จึงเปรียบเสมือนเป้าหมายหลักของการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยที่ต้องให้ความสำคัญเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพในอนาคต (พีระพล จอมใจเหล็ก, 2564)

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) ซึ่งเป็นการวัดและประเมินผลความรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐานที่จำแนกเป็นเนื้อหาวิชา ฟิสิกส์ สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น มาตรฐาน ว2.2 และ ว2.3 เมื่อพิจารณาผลทดสอบตั้งแต่ปีการศึกษา 2560 ถึง 2565 พบว่า ในทุก ๆ ปีมีผลการทดสอบต่ำกว่าร้อยละ 50 ทุกมาตรฐาน โดยมาตรฐาน ว2.2 ในเรื่องของแรงและการเคลื่อนที่ จะมีคะแนนค่อนข้างต่ำ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2565) ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจมาจากการที่นักเรียนส่วนใหญ่เรียนฟิสิกส์โดยการท่องจำสูตรมากกว่าการเรียนรู้ที่ถูกต้อง (ปัทมาพร ณ น่าน, 2561)

แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่อง จุดอ่อน จุดด้อย และหาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในด้านต่าง ๆ ซึ่งผลการตอบแบบทดสอบ สามารถบอกได้ว่า นักเรียนบกพร่องในจุดใด สาเหตุของความบกพร่อง หรือสาเหตุที่ผู้เรียนไม่รอบรู้ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ส่งเสริมการเรียนของนักเรียนได้ถูกต้องและตรงจุด อีกทั้งช่วยเป็นแนวทางในการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Wagh, 1987; Kumar, 2017; นงนุช ศุภวรรณ, 2547; ลำแพน วงศ์คำจันทร์, 2557; ประกาย เชื้อนิจ, 2560; ภัสสุภา สุขสวัสดิ์, 2563) การวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนที่ผ่านมามีทั้งการวินิจฉัยข้อบกพร่อง

ทักษะด้านภาษา ทักษะด้านตัวเลข หรือโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยการวินิจฉัยที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ของครูมีทั้งการวินิจฉัยแบบไม่เป็นทางการโดยใช้การสังเกต สอบถาม หรือการตรวจผลงานของนักเรียนเป็นต้น และการวินิจฉัยแบบเป็นทางการซึ่งเป็นการหาข้อบกพร่องของนักเรียนโดยใช้วิธีการและเครื่องมือที่เป็นระบบ มีแบบแผน คือ การใช้แบบสอบวินิจฉัยซึ่งสร้างจากแนวคิดต่าง ๆ เช่น แบบสอบวินิจฉัยโดยการใช้ดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนการตอบข้อสอบ แบบสอบวินิจฉัยโดยการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาด้วยโมเดล DINA และ แบบสอบวินิจฉัยหลายระดับ เป็นต้น (สังวรรณ จัตุระโทก และอนุสรณ์ เกิดศรี, 2559; ธนบดี อินหาดกรวด, 2560; พลรพี ทุมมาพันธ์, 2563)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยมีหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหนึ่งระดับ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก สามารถใช้กับผู้สอบจำนวนมากได้ และตัวเลือกที่เป็นตัวลวงแต่ละตัวเลือกมาจากการวิเคราะห์ลักษณะความบกพร่องหรือความผิดพลาดของนักเรียน เหมาะสำหรับนักเรียนที่มีความรู้แต่ขาดทักษะในการเขียนคำตอบ แต่ยังมีข้อจำกัด คือผู้สอบสามารถเดาคำตอบได้ และการทำข้อสอบถูกไม่สามารถยืนยันได้ว่าผู้สอบเข้าใจในเนื้อหาข้อสอบอย่างแท้จริง (ธนบดี อินหาดกรวด, 2560; วรุตม์ ผิวงาม, 2563) แบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ มีการเพิ่มระดับการตอบเป็น 2 ระดับ ระดับที่ 1 คือ ระดับคำตอบ ส่วนระดับที่ 2 คือ ระดับเหตุผล แบบทดสอบวินิจฉัยในลักษณะนี้จะไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างคำตอบที่ผิดได้ว่ามาจากแนวคิดหรือความเข้าใจผิดได้ เพราะไม่สามารถทราบได้ว่านักเรียนใช้เหตุผลในการตอบที่ถูกต้องหรือตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องแต่ได้มาจากการเดาคำตอบ (Kurniawati and Ermawati, 2020; พิระพล จอมใจเหล็ก, 2564) แบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เป็นการปรับปรุงแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ โดยเพิ่มระดับความมั่นใจในการตอบเพิ่มเข้ามา ซึ่งมีเหตุผลของนักเรียนในการตอบคำถามนั้นสามารถจำแนกการตอบที่ผิดออกเป็นกลุ่มที่ตอบผิดเพราะผิดพลาดในการตอบ หรือเพราะไม่มีความรู้ได้ ทำให้การวินิจฉัยมีความละเอียดมากขึ้น แต่ยังไม่มี ความชัดเจนในการให้ระดับความมั่นใจในการให้เหตุผล (วัชรารณ ชาญชัยธรรม, 2565) แบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ เป็นการปรับปรุงแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เป็นระดับความมั่นใจในการเลือกตอบระดับคำตอบและเหตุผล ซึ่งสามารถระบุการขาดความรู้ของผู้สอบได้แม่นยำกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 3 ระดับ (Yuberti, Suryani and Kurniawati, 2020; ธนบดี อินหาดกรวด, 2560; วรุตม์ ผิวงาม, 2563) และจากการศึกษาแบบทดสอบวินิจฉัยในรายวิชาฟิสิกส์ มีการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยแบบสามระดับและแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ระดับ ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสามระดับ เป็นแบบทดสอบที่สามารถระบุเหตุผลในการตอบได้และมีความแม่นยำในการตรวจสอบได้ดีกว่าแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 1 ระดับ และแบบ 2 ระดับ แต่แบบทดสอบวินิจฉัยแบบสามระดับมีระดับความมั่นใจในข้อสอบเพียง 1 ค่า อาจทำให้ไม่ตรงกับระดับความมั่นใจที่แท้จริงของผู้สอบเนื่องจากผู้สอบต้องระบุค่าดังกล่าวตามตัวเลือกที่กำหนด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ สามารถแยกระดับความมั่นใจในการตอบ เป็นระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบ และระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล ซึ่งแสดงถึงระดับความเชื่อมั่นของนักเรียนใน

การเลือกเหตุผลที่ถูกต้อง และจากงานวิจัยที่ผ่านมาแบบทดสอบแบบสี่ระดับจะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (พีระพล จอมใจเหล็ก, 2564; ธนบดี อินหาครวด, 2560; ภัสสุภา สุขสวัสดิ์, 2563; วัชรภรณ์ ชาญธัญญกรรม, 2565) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ (four-tier multiple-choice tests) เพื่อตรวจสอบความรู้และวิเคราะห์สาเหตุของการไม่เข้าใจหรือมีความเข้าใจผิดของนักเรียน เมื่อเรียนจบเนื้อหาในแต่ละเรื่อง อันนำไปสู่การสอนเสริมและแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นให้นักเรียนได้อย่างตรงประเด็นและมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทบทวนวรรณกรรม

ข้อบกพร่องทางการเรียน

ศิริเดช สุชีวะ (2538) ให้ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียน คือ วิธีการแก้ปัญหาด้วยความรู้ หรือ ความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์หรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงที่ได้รับการยอมรับในทางวิทยาศาสตร์หรือการยอมรับในสังคมนั้น ๆ

สุดารัตน์ มนต์นิมิต (2545) ให้ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียน คือ ข้อผิดพลาดที่ทำให้เกิดการขาดแคลน หรือการขาดไปของสิ่งที่มีผลต่อการเรียน ทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในการที่จะประสบความสำเร็จในการเรียน

ปัทมาพร ณ น่าน (2561) ให้ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียน คือ ความรู้ความเข้าใจ หรือ ความคิดรวบยอดที่ผิดไปจากความจริงที่ยอมรับกันทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นแนวคิดที่ต่างออกไปจากการยอมรับในสังคมนั้น ๆ ซึ่งอาจได้มาจากประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้อง

วัชรภรณ์ ชาญธัญญกรรม (2565) ให้ความหมายของความบกพร่องหรือมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของการเรียนเป็นแนวความคิดหรือสิ่งที่นักเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ โดยนักเรียนนำความรู้ที่คลาดเคลื่อนนี้ซึ่งแตกต่างจากการยอมรับจากคนหมู่มากไปอธิบายความหมายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ข้อบกพร่องทางการเรียน คือ ข้อผิดพลาดทางด้านความคิดที่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนหรือความเข้าใจผิดในองค์ความรู้ของนักเรียน และหรือความเข้าใจที่ผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริง

รูปแบบของแบบทดสอบวินิจัย

Kurniawati and Ermawati (2020) ได้กล่าวถึงรูปแบบของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า แบบทดสอบวินิจัยแบบปรนัย แบ่งเป็น 4 ประเภทตามระดับการตอบสนองของนักเรียนที่ต้องการ ได้แก่ (1) แบบทดสอบหนึ่งระดับ (2) แบบทดสอบสองระดับ (3) แบบทดสอบสามระดับและ (4) แบบทดสอบสี่ระดับ แบบทดสอบระดับแรกประกอบด้วยคำถามและคำตอบที่เป็นทางเลือกมากมายโดยมีเพียงคำตอบเดียวเป็นคำตอบที่ถูกต้อง การทดสอบระดับที่สองจะเป็นการเลือกเหตุผลในการตอบคำถามในระดับแรก ระดับที่สามคือระดับความเชื่อมั่นของนักเรียนในการเลือกคำตอบในระดับแรก ระดับที่สี่แสดงถึงระดับความเชื่อมั่นของนักเรียนในการเลือกเหตุผลที่ถูกต้องในระดับที่สอง

ธนบดี อินหากรวด (2560) ได้กล่าวถึงรูปแบบของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามารถแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้ 1) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบหนึ่งระดับ 2) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสองระดับ 3) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ 4) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ ได้อธิบายลักษณะของแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบไว้ดังนี้

1) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบหนึ่งระดับ (ordinary multiple-choice tests) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แบบสอบวินิจัยแบบประเพณีนิยม (classical diagnostic tests) หรือแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบระดับเดียว (First-tier multiple-choice diagnostic tests) เป็นแบบสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือกตัวเลือกที่เป็นตัวลงแต่ละตัวเลือกมาจากการวิเคราะห์ลักษณะความบกพร่องหรือความผิดพลาดของนักเรียน

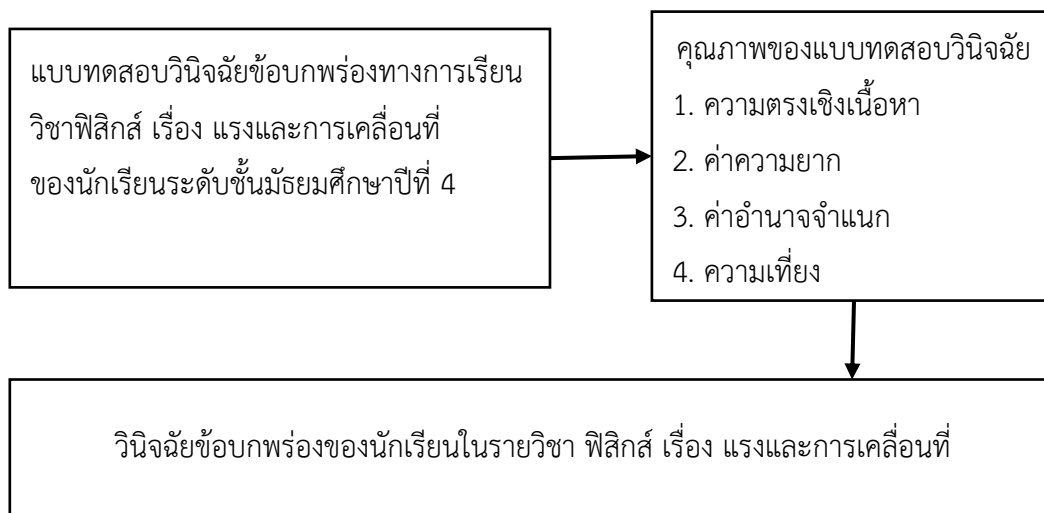
2) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสองระดับ (two-tier multiple-choice tests) เป็นการปรับปรุงแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบโดยการเพิ่มระดับการตอบเป็น 2 ระดับ ระดับที่ 1 ระดับคำตอบ (answer tier: A tier) เป็นระดับที่มุ่งวัดความรู้ของนักเรียน ส่วนระดับที่ 2 ระดับเหตุผล (reason tier: R tier) เป็นระดับที่มุ่งวัดการอธิบายเหตุผลการตอบในระดับคำตอบ

3) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ (three-tier multiple-choice tests) เป็นการปรับปรุงแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสองระดับโดยเพิ่มระดับความมั่นใจ (confidence tier: C tier) ในการการตอบเพิ่มเข้ามาเป็นการตอบระดับที่สาม การตอบระดับความมั่นใจนี้เป็นการตอบในภาพรวมของระดับคำตอบและระดับเหตุผล

4) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ (four-tier multiple-choice tests) เป็นการปรับปรุงแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ โดยการแยกระดับความมั่นใจในการตอบ เป็นระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบ (confidence of answer tier: CA tier) และระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (confidence of reason tier: CR tier) ออกจากกันทำให้การตอบระดับความมั่นใจมี 2 ครั้ง

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการสังเคราะห์งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ “แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่” ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพ 1



แผนภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยนี้มีวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แผนการเรียน วิทย์-คณิต) ปีการศึกษา 2566 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 9 โรงเรียน รวม 412 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มโดยใช้สูตร ของเครจซี่ และมอร์แกน (อาภากร คันธรส, 2556) ได้กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนในอำเภอเมืองสมุทรปราการรวมจำนวนทั้งสิ้น 236 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อให้ได้แบบสอบที่มีคุณภาพ

ขั้นที่ 2 ศึกษาหลักการ ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบ

ขั้นที่ 3 ศึกษาเนื้อหาตำราเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ขั้นที่ 4 สร้างแผนผังการสร้างข้อสอบ และสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ขั้นที่ 5 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) และตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบ แล้วทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ข้อความในข้อคำถามให้มีความชัดเจนและกระชับมากยิ่งขึ้น ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 ผู้วิจัยรวบรวมข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและปรับแก้ไข จากนั้นนำแบบทดสอบวินิจฉัยมาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ โดยปรับปรุงแก้ไขให้สอดคล้องกับระดับพฤติกรรมพุทธิพิสัย และปรับข้อคำถามให้มีความกระชับและชัดเจนมากยิ่งขึ้น รวมถึงการปรับปรุงรูปแบบการพิมพ์ข้อสอบ

ขั้นที่ 6 นำแบบสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 40 คน และวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย ได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 7 นำแบบสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 236 คน

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบทดสอบ และการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับประเด็นที่ต้องการวัดแบบทดสอบอยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงเนื้อหาผ่านเกณฑ์ เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน พบว่า ระดับคำตอบ (A tier) มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.40 - 0.85 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 – 0.65 มีค่าความเที่ยง 0.822 ในระดับเหตุผล (R tier) มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.42 - 0.88 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.25 – 0.70 มีค่าความเที่ยง 0.834

ตอนที่ 2 ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1) สถิติข้อมูลพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ระดับคำตอบ (A tier) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.81 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 59.05 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.55 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนน และคะแนนสูงสุดเท่ากับ 20 คะแนนตามลำดับ ส่วนระดับเหตุผล (R tier) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.54 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.70 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.46 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนน และคะแนนสูงสุดเท่ากับ 19 คะแนนตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ระดับความมั่นใจในการตอบ (CA tier) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.67 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ตามลำดับ ส่วนระควมมั่นใจในเหตุผล (CR tier) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.53 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ตามลำดับ

2) ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามรูปแบบความบกพร่องทางการเรียน พบว่า

รูปแบบที่ 1 ตอบและให้เหตุผลถูกต้องทั้งคู่ บกพร่องมากที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ร้อยละ 8.50 รองลงมาการคำนวณเกี่ยวกับแรงคู่กิริยาและการชั่งน้ำหนักภายในลิฟต์ ร้อยละ 13.10 และความหมายน้ำหนักของวัตถุ ร้อยละ 20.30 ตามลำดับ

ในส่วนของนักเรียนที่มีความบกพร่องในภาพรวม คือ รูปแบบที่ 2 รูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 4 มากที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ร้อยละ 91.60 รองลงมาการคำนวณเกี่ยวกับแรงคู่กิริยาและการชั่งน้ำหนักภายในลิฟต์ ร้อยละ 86.80 ความหมายน้ำหนักของวัตถุ ร้อยละ 79.70 และการคำนวณเกี่ยวกับเรื่องแรงดึงเชือกคล้องผ่านรอก ร้อยละ 78.40 ตามลำดับ และถ้าจำแนกตามรายรูปแบบข้อบกพร่องพบว่า

รูปแบบที่ 2 ตอบถูกแต่ให้เหตุผลผิด บกพร่องมากที่สุดในเรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ ร้อยละ 40.70 รองลงมาความหมายน้ำหนักของวัตถุ ร้อยละ 37.30 และ การคำนวณแรงเสียดทานกรณีวัตถุเคลื่อนที่ ร้อยละ 32.60 ตามลำดับ

รูปแบบที่ 3 ตอบผิดแต่ให้เหตุผลถูก บกพร่องมากที่สุดในเรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับเรื่องแรงดึงเชือกคล้องผ่านรอก ร้อยละ 40.70 รองลงมา การคำนวณกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน ร้อยละ 22.90 และการคำนวณกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ร้อยละ 22.50 ตามลำดับ

รูปแบบที่ 4 ตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่ บกพร่องมากที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ร้อยละ 55.10 รองลงมา การคำนวณเกี่ยวกับแรงดึงเชือก ร้อยละ 51.70 และการคำนวณเกี่ยวกับแรงคู่กิริยาและการชั่งน้ำหนักภายในลิฟต์ ร้อยละ 47.00 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามรูปแบบ

ข้อ	ประเด็นที่ต้องการวัด	รูปแบบที่ 1 การตอบและให้เหตุผลถูกต้องทั้งคู่	รูปแบบที่ 2 การตอบถูกแต่ให้เหตุผลผิด	รูปแบบที่ 3 การตอบผิดแต่ให้เหตุผลถูก	รูปแบบที่ 4 การตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่	ความบกพร่องในภาพรวม
1	ความหมายของแรง	210 (89.00)	9 (3.80)	4 (1.70)	13 (5.50)	26 (11.00)
2	การคำนวณเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์	73 (30.90)	96 (40.70)	18 (7.60)	49 (20.80)	163 (69.10)
3	การคำนวณเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์กรณีทำมุมใด ๆ	119 (50.40)	44 (18.60)	40 (16.90)	33 (14.00)	117 (49.50)



ข้อ	ประเด็นที่ต้องการวัด	รูปแบบที่ 1 การตอบและ ให้เหตุผล ถูกต้องทั้งคู่	รูปแบบที่ 2 การตอบถูกต้อง ให้เหตุผลผิด	รูปแบบที่ 3 การตอบผิดแต่ ให้เหตุผลถูก	รูปแบบที่ 4 การตอบและ ให้เหตุผลผิด ทั้งคู่	ความบกพร่อง ในภาพรวม
4	ความหมายเกี่ยวกับกฎ การเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของ นิวตัน	110 (46.60)	37 (15.70)	14 (5.90)	75 (31.80)	126 (53.40)
5	การคำนวณเกี่ยวกับกฎ การเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของ นิวตัน	109 (46.20)	10 (4.20)	19 (8.10)	98 (41.50)	127 (53.80)
6	ความหมายเกี่ยวกับกฎ การเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของ นิวตัน	20 (8.50)	54 (22.90)	32 (13.60)	130 (55.10)	216 (91.60)
7	การคำนวณเกี่ยวกับกฎ การเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของ นิวตัน	115 (48.70)	69 (29.20)	24 (10.20)	28 (11.90)	121 (51.3)
8	ความหมายกฎการ เคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิว ตัน	141 (59.70)	29 (12.30)	17 (7.20)	49 (20.80)	95 (40.30)
9	การคำนวณกฎการ เคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของ นิวตัน	55 (23.30)	61 (25.80)	53 (22.50)	67 (28.40)	181 (76.70)
10	ความหมายน้ำหนัก ของวัตถุ	48 (20.30)	88 (37.30)	32 (13.60)	68 (28.80)	188 (79.70)
11	การคำนวณน้ำหนัก ของวัตถุ	125 (53.00)	17 (7.20)	53 (22.50)	41 (17.40)	111 (47.10)
12	ความหมายกฎแรง ดึงดูดระหว่างมวลของ นิวตัน	103 (43.60)	33 (14.00)	15 (6.40)	85 (36.00)	133 (56.40)
13	การคำนวณ กฎแรงดึงดูดระหว่าง มวลของนิวตัน	83 (35.20)	44 (18.60)	54 (22.90)	55 (23.30)	153 (64.80)

ข้อ	ประเด็นที่ต้องการวัด	รูปแบบที่ 1 การตอบและ ให้เหตุผล ถูกต้องทั้งคู่	รูปแบบที่ 2 การตอบถูกแต่ ให้เหตุผลผิด	รูปแบบที่ 3 การตอบผิดแต่ ให้เหตุผลถูก	รูปแบบที่ 4 การตอบและ ให้เหตุผลผิด ทั้งคู่	ความบกพร่อง ในภาพรวม
14	ความหมายของแรง เสียดทานกรณีวัตถุ อยู่นิ่ง	123 (52.10)	35 (14.80)	14 (5.90)	64 (27.10)	113 (47.80)
15	ความหมายของแรง เสียดทานกรณีวัตถุ เคลื่อนที่	118 (50.00)	40 (16.90)	15 (6.40)	63 (26.70)	118 (50.00)
16	การคำนวณแรงเสียด ทานกรณีวัตถุอยู่นิ่ง	113 (47.90)	59 (25.00)	18 (7.60)	46 (19.50)	123 (52.10)
17	การคำนวณแรงเสียด ทานกรณีวัตถุเคลื่อนที่	53 (22.50)	77 (32.60)	37 (15.70)	69 (29.20)	183 (77.50)
18	การคำนวณเกี่ยวกับ แรงดึงเชือก	62 (26.30)	23 (9.70)	29 (12.30)	122 (51.70)	174 (73.70)
19	การคำนวณเกี่ยวกับ แรงคู่กิริยาและการชั่ง น้ำหนักภายในลิฟต์	31 (13.10)	52 (22.00)	42 (17.80)	111 (47.00)	205 (86.80)
20	การคำนวณเกี่ยวกับ เรื่องแรงดึงเชือกคล้อง ผ่านรอก	51 (21.60)	48 (20.30)	96 (40.70)	41 (17.40)	185 (78.40)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บ แทนค่าร้อยละ

3) ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของระดับความมั่นใจในคำตอบและเหตุผล พบว่า

นักเรียนตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่แต่นักเรียนมีความมั่นใจในคำตอบมากที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.97 รองลงมาการคำนวณเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.86 และความหมายของแรงเสียดทานกรณีวัตถุอยู่นิ่ง มีค่าเฉลี่ย 2.70 ตามลำดับ ในส่วนของความมั่นใจในเหตุผลมากที่สุดในเรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.68 รองลงมาความหมายของแรง มีค่าเฉลี่ย 2.54 ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.41 และความหมายของแรงเสียดทานกรณีวัตถุอยู่นิ่ง มีค่าเฉลี่ย 2.41 ตามลำดับ

นักเรียนตอบผิดแต่ให้เหตุผลถูก นักเรียนมีความมั่นใจในคำตอบมากที่สุดในเรื่อง ความหมายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.94 รองลงมาการคำนวณแรงเสียดทานกรณีวัตถุเคลื่อนที่ มีค่าเฉลี่ย 2.84 และความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.81 ตามลำดับ ในส่วนของความไม่มั่นใจในเหตุผลน้อยที่สุดในเรื่อง ความหมายของแรงเสียดทานกรณีวัตถุอยู่นิ่ง มีค่าเฉลี่ย 1.86 รองลงมาความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.07 และการคำนวณกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.11 ตามลำดับ

นักเรียนตอบถูกแต่ให้เหตุผลผิด นักเรียนมีความไม่มั่นใจในคำตอบน้อยที่สุดในเรื่อง การคำนวณกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันมี ค่าเฉลี่ย 2.02 รองลงมาการคำนวณเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ มีค่าเฉลี่ย 2.35 และความหมายของแรงเสียดทานกรณีวัตถุเคลื่อนที่ มีค่าเฉลี่ย 2.35 ตามลำดับ ในส่วนของความมั่นใจในเหตุผลมากที่สุดในเรื่อง ความหมายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.83 รองลงมาความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.62 และการคำนวณเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.60 ตามลำดับ

นักเรียนตอบและให้เหตุผลถูกต้องทั้งคู่ นักเรียนมีความไม่มั่นใจในคำตอบน้อยที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 2.15 ในส่วนของความไม่มั่นใจในเหตุผลน้อยที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย 1.75 รองลงมาความหมายน้ำหนักของวัตถุ มีค่าเฉลี่ย 2.31 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงมาตรฐานของระดับความมั่นใจในคำตอบและเหตุผล

ข้อ	ประเด็นที่ต้องการวัด	ตอบถูก				ตอบผิด			
		เหตุผลถูก		เหตุผลผิด		เหตุผลถูก		เหตุผลผิด	
		CA tier	CR tier	CA tier	CR tier	CA tier	CR tier	CA tier	CR tier
1	ความหมายของแรง	3.36	3.31	2.44	1.89	2.25	2.50	2.31	2.54
		(0.67)	(0.65)	(1.01)	(1.05)	(0.50)	(0.58)	(0.86)	(0.78)
2	การคำนวณเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์	2.59	2.59	2.35	2.22	2.33	2.50	2.10	2.06
		(0.91)	(0.88)	(0.93)	(0.76)	(1.09)	(0.79)	(0.90)	(0.88)
3	การคำนวณเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์กรณีทำมุมใด ๆ	3.09	2.95	2.75	2.36	2.65	2.38	2.33	2.27
		(0.84)	(0.78)	(0.99)	(0.92)	(0.95)	(1.01)	(0.74)	(0.67)
4	ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน	3.04	2.68	2.81	2.62	2.57	2.07	2.97	2.41
		(0.80)	(0.93)	(0.78)	(0.76)	(1.02)	(1.07)	(0.89)	(0.87)



ข้อ	ประเด็นที่ต้องการวัด	ตอบถูก				ตอบผิด			
		เหตุผลถูก		เหตุผลผิด		เหตุผลถูก		เหตุผลผิด	
		CA tier	CR tier	CA tier	CR tier	CA tier	CR tier	CA tier	CR tier
5	การคำนวณเกี่ยวกับกฎ การเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของ นิวตัน	2.80 (0.91)	3.13 (0.84)	3.00 (0.94)	2.60 (0.84)	2.16 (0.60)	2.16 (0.77)	2.86 (0.87)	2.68 (0.86)
6	ความหมายเกี่ยวกับกฎ การเคลื่อนที่ ข้อที่ 2 ของนิวตัน	2.15 (0.99)	1.75 (0.85)	2.74 (0.89)	2.31 (0.84)	2.81 (1.00)	2.13 (0.80)	2.37 (0.94)	2.25 (0.91)
7	การคำนวณเกี่ยวกับกฎ การเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน	2.89 (0.85)	2.78 (0.84)	2.84 (0.89)	2.59 (1.01)	2.63 (0.65)	2.46 (0.78)	2.36 (0.83)	2.36 (0.78)
8	ความหมายกฎ การเคลื่อนที่ ข้อที่ 3 ของนิวตัน	3.05 (0.83)	2.99 (0.78)	2.69 (0.97)	2.83 (0.93)	2.94 (0.90)	3.06 (0.90)	2.29 (0.82)	2.29 (0.82)
9	การคำนวณกฎการ เคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิว ตัน	2.87 (1.00)	2.95 (0.83)	2.54 (0.83)	2.34 (0.81)	2.36 (0.94)	2.11 (0.91)	2.60 (0.91)	2.28 (0.90)
10	ความหมายน้ำหนักของ วัตถุ	2.77 (0.91)	2.31 (0.80)	2.57 (0.86)	2.28 (0.92)	2.44 (0.80)	2.16 (0.92)	2.19 (0.82)	2.15 (0.85)
11	การคำนวณน้ำหนักของ วัตถุ	2.81 (0.88)	2.65 (0.94)	2.53 (0.72)	2.41 (0.87)	2.70 (0.87)	2.70 (0.82)	2.37 (0.94)	2.22 (0.88)
12	ความหมายกฎแรงดึงดูด ระหว่างมวลของนิวตัน	2.75 (0.86)	2.70 (0.93)	2.73 (0.72)	2.30 (0.64)	2.27 (0.70)	2.33 (0.72)	2.46 (0.78)	2.31 (0.89)
13	การคำนวณกฎแรง ดึงดูดระหว่างมวลของ นิวตัน	2.55 (1.09)	2.67 (0.91)	2.02 (0.82)	1.98 (0.93)	2.22 (1.06)	2.37 (0.98)	2.16 (0.79)	2.02 (0.83)
14	ความหมายของแรง เสียดทานกรณีวัตถุอยู่ นิ่ง	2.72 (0.75)	2.81 (0.80)	2.54 (0.78)	2.23 (0.94)	2.21 (1.05)	1.86 (0.77)	2.70 (0.81)	2.41 (0.83)
15		2.98	2.87	2.35	2.13	2.60	2.60	2.62	2.29



ข้อ	ประเด็นที่ต้องการวัด	ตอบถูก				ตอบผิด			
		เหตุผลถูก		เหตุผลผิด		เหตุผลถูก		เหตุผลผิด	
		CA tier	CR tier	CA tier	CR tier	CA tier	CR tier	CA tier	CR tier
	ความหมายของแรงเสียดทานกรณีวัตถุเคลื่อนที่	(0.78)	(0.80)	(0.80)	(0.97)	(0.91)	(0.83)	(1.01)	(1.01)
16	การคำนวณแรงเสียดทานกรณีวัตถุอยู่นิ่ง	2.61	2.55	2.44	2.24	2.67	2.44	2.30	2.24
		(0.90)	(0.86)	(1.07)	(0.92)	(0.91)	(0.78)	(0.96)	(0.97)
17	การคำนวณแรงเสียดทานกรณีวัตถุเคลื่อนที่	2.68	2.72	2.43	2.36	2.84	2.95	2.46	2.32
		(0.92)	(0.86)	(0.90)	(0.92)	(0.76)	(0.71)	(0.88)	(0.80)
18	การคำนวณเกี่ยวกับแรงดึงเชือก	3.19	2.94	2.43	1.96	2.79	2.41	2.48	2.28
		(0.74)	(0.85)	(0.99)	(0.83)	(0.94)	(0.98)	(0.88)	(0.90)
19	การคำนวณเกี่ยวกับแรงคู่กิริยาและการชั่งน้ำหนักภายในลิฟต์	3.23	2.84	2.42	2.06	2.31	2.14	2.22	2.19
		(0.76)	(0.78)	(0.98)	(0.96)	(1.00)	(0.87)	(0.91)	(0.91)
20	การคำนวณเกี่ยวกับเรื่องแรงดึงเชือกคล้องผ่านรอก	2.94	2.98	2.54	2.54	2.49	2.67	2.46	2.29
		(0.71)	(0.68)	(0.80)	(0.92)	(0.75)	(0.74)	(0.78)	(0.75)

อภิปรายผล

1. ผลการสร้างแบบทดสอบ และการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 ผลการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบ จำนวน 20 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 แสดงว่า ข้อคำถามที่นำมาใช้ มีความตรงเชิงเนื้อหา ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จึงทำให้แบบสอบวินิจฉัยที่ได้มีความครอบคลุมและสอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการวัดสอดคล้องกับคำกล่าวของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ที่กล่าวว่าแบบสอบที่สร้างขึ้น มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในเกณฑ์ที่กำหนด อีระวัฒน์ การะเกตุ (2561) ที่กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์ ได้เป็นอย่างดี และภัสสุภา สุขสวัสดิ์ (2563) กล่าวว่าข้อสอบ

วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสูงที่เป็นแบบนี้เพราะข้อสอบวัดได้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดจริง

1.2 ผลการตรวจสอบความความยาก อำนาจจำแนก แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าระดับคำตอบ (A tier) มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.40 - 0.85 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 - 0.65 ในชั้นเหตุผล (R tier) มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.42 - 0.88 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.25 - 0.70 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นมีลักษณะข้อสอบที่มีความยาก ปานกลาง และง่าย สามารถใช้จำแนกเด็กนักเรียนได้ดี ดังนั้นแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นจึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียนได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิระพล จอมใจเหล็ก (2563) ที่ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ธนบดี อินหาดกรวด (2560) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ และภัสสุภา สุขสวัสดิ์ (2563) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ขั้น วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงานสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR20) พบว่า ค่าความเที่ยงระดับคำตอบ (A tier) มีค่า 0.822 และค่าความเที่ยงระดับเหตุผล (R tier) มีค่า 0.834 จะเห็นได้ว่าค่าความเที่ยงมีค่าสูง แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิระพล จอมใจเหล็ก (2563); วัชรภรณ์ ชาญธัญญกรรม (2565) ธนบดี อินหาดกรวด (2560) และสุชานาฏ คำพินันท์ (2559) ที่กล่าวว่า ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าผลการตอบของกลุ่มตัวอย่างมีค่าคงที่ และสามารถช่วยให้ครูผู้สอนสามารถจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ และแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นที่ค่อนข้างสูงทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้สร้างความตระหนักในการทำแบบทดสอบ โดยแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบให้นักเรียนเข้าใจ และเห็นถึงความสำคัญในการสอบ ทำให้นักเรียนส่วนมากตั้งใจทำข้อสอบ

2. ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามรูปแบบความบกพร่องทางการเรียน พบว่า

รูปแบบที่ 1 ตอบและให้เหตุผลถูกต้องทั้งคู่ บกพร่องมากที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน เพราะในเรื่องนี้มีความเร่งเข้ามาเกี่ยวข้อง และอาจเข้าใจผิดเกี่ยวกับรูปแบบการเคลื่อนที่ของวัตถุ รongลงมา คือ การคำนวณเกี่ยวกับแรงคู่กิริยาและการชั่งน้ำหนักภายในลิฟต์ เพราะ มีแรงหลายแรงเข้ามาเกี่ยวข้องส่งผลให้การหาแรงลัพธ์ผิด และมีค่าความเร่งที่ต้องดูทิศทางในการเคลื่อนที่ส่งผลให้

แทนค่าในสมการผิดได้ ความหมายน้ำหนักของวัตถุ เพราะ ไม่เข้าใจความหมายของน้ำหนักที่แท้จริงจึงทำให้สับสนกับค่ามวล

รูปแบบที่ 2 ตอบถูกแต่ให้เหตุผลผิด บกพร่องมากที่สุดในเรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ เพราะไม่เข้าใจเกี่ยวกับแรงลัพธ์เมื่อวัตถุไปกระทำแล้วมีการเปลี่ยนสภาพไปจากเดิม รองลงมาความหมายน้ำหนักของวัตถุ เพราะไม่เข้าใจความหมายของน้ำหนักที่แท้จริงจึงทำให้สับสนกับค่ามวล และ การคำนวณแรงเสียดทานกรณีวัตถุเคลื่อนที่ เพราะเข้าใจผิดเกี่ยวกับตัวแปรของสมการที่ใช้ในการคำนวณ

รูปแบบที่ 3 ตอบผิดแต่ให้เหตุผลถูก บกพร่องมากที่สุดในเรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับเรื่องแรงดึงเชือกคล้องผ่านรอก เพราะมีความเร่งมีรอกเข้ามาเกี่ยวข้องจึงเข้าใจทิศทางของแรงดึงเชือกผิด รองลงมา การคำนวณกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน เพราะไม่เข้าใจเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงสากล และการคำนวณกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน เพราะมีแรงปฏิกิริยาที่พื้นลิฟต์กระทำและแรงกิริยาที่แรงโน้มถ่วงกระทำทำให้เกิดความสับสนกับแรงสองแรงนี้

รูปแบบที่ 4 ตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่ บกพร่องมากที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน เพราะในเรื่องนี้มีความเร่งเข้ามาเกี่ยวข้อง และอาจเข้าใจผิดเกี่ยวกับรูปแบบการเคลื่อนที่ของวัตถุ รองลงมา การคำนวณเกี่ยวกับแรงดึงเชือก เพราะเป็นโจทย์ประยุกต์การใช้กฎของนิวตันและมีเรื่องรอกเข้ามาเกี่ยวข้องนักเรียนอาจมีความเข้าใจในการใช้สูตรและการวิเคราะห์โจทย์เนื่องจากโจทย์มีความซับซ้อนและการคำนวณเกี่ยวกับแรงคู่กิริยาและการชั่งน้ำหนักภายในลิฟต์ เพราะมีแรงปฏิกิริยาที่พื้นลิฟต์กระทำและแรงกิริยาที่แรงโน้มถ่วงกระทำทำให้เกิดความสับสนกับแรงสองแรงนี้

2.2 ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของระดับความมั่นใจในคำตอบและเหตุผล พบว่า

นักเรียนตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่แต่นักเรียนมีความมั่นใจในคำตอบมากที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน รองลงมาการคำนวณเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน และความหมายของแรงเสียดทานกรณีวัตถุอยู่นิ่ง ในส่วนของความมั่นใจในเหตุผลมากที่สุดในเรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน รองลงมาความหมายของแรง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 1 ของนิวตัน และความหมายของแรงเสียดทานกรณีวัตถุอยู่นิ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องดังกล่าว อาจเกิดจากการขาดความรู้ความเข้าใจ เข้าใจผิดหรือไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นแต่นักเรียนมีความมั่นใจในการการตอบและให้เหตุผล

นักเรียนตอบผิดแต่ให้เหตุผลถูก นักเรียนมีความมั่นใจในคำตอบมากที่สุดในเรื่อง ความหมายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน รองลงมาการคำนวณแรงเสียดทานกรณีวัตถุเคลื่อนที่ และความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความบกพร่องในการตอบในเรื่องดังกล่าว เพราะนักเรียนตอบผิดแต่มั่นใจในการตอบ อาจเป็นเพราะนักเรียนเข้าใจผิดหรือไม่เข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาดังกล่าว ในส่วนของความไม่มั่นใจในเหตุผลน้อยที่สุดในเรื่อง ความหมายของแรงเสียดทานกรณีวัตถุอยู่นิ่ง รองลงมาความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน และการคำนวณกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ไม่มั่นใจในเหตุผลมีน้อยแสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องน้อยในเรื่องดังกล่าว เพราะส่วนใหญ่ให้นักเรียนให้เหตุผลถูกต้องและมีความมั่นใจในการให้เหตุผล

นักเรียนตอบถูกแต่ให้เหตุผลผิด นักเรียนมีความไม่มั่นใจในคำตอบน้อยที่สุดในเรื่อง การคำนวณกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน รองลงมาการคำนวณเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ และความหมายของแรงเสียดทานกรณีวัตถุเคลื่อนที่ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ไม่มั่นใจในการตอบมีน้อยแสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องน้อยในเรื่องดังกล่าว เพราะส่วนใหญ่ให้นักเรียนตอบถูกและมีความมั่นใจในการตอบแสดงว่านักเรียนมีความรู้ในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี ในส่วนของความมั่นใจในเหตุผลมากที่สุดในเรื่อง ความหมายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน รองลงมาความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน และการคำนวณเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความบกพร่องในการให้เหตุผลในเรื่องดังกล่าว เพราะนักเรียนให้เหตุผลผิดแต่มั่นใจในการให้เหตุผล อาจเป็นเพราะนักเรียนเข้าใจผิด ไม่เข้าใจหรือไม่มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาดังกล่าว

นักเรียนตอบและให้เหตุผลถูกต้องทั้งคู่ นักเรียนมีความไม่มั่นใจในคำตอบน้อยที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ในส่วนของความไม่มั่นใจในเหตุผลน้อยที่สุดในเรื่อง ความหมายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน มีค่าเฉลี่ย รองลงมาความหมายน้ำหนักของวัตถุ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ไม่มั่นใจในการตอบและในการให้เหตุผลมีน้อยแสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องน้อยในเรื่องดังกล่าว เพราะส่วนใหญ่ให้นักเรียนตอบและให้เหตุผลถูกต้องและมีความมั่นใจในการตอบและในการให้เหตุผลแสดงว่านักเรียนมีความรู้ และความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องนั้นเป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. เนื่องจากแบบทดสอบวินิจฉัยมีระดับที่เหมาะสมสำหรับการค้นหานักเรียนที่มีความเข้าใจผิดหรือมีข้อบกพร่อง โดยผลการวินิจฉัยสามารถแยกนักเรียนที่มีความเข้าใจผิดหรือมีข้อบกพร่องได้ถูกต้อง ทำให้สามารถนำข้อมูลนั้นมาแก้ไข และพัฒนานักเรียนและสร้างความพร้อมในการเรียนในเรื่องต่อไป และในระดับชั้นที่สูงขึ้น
2. ครูผู้สอนสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ โดยแบบทดสอบวินิจฉัยนี้จะเป็เครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจสอบสาเหตุ ข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง หรือเพื่อเป็นการสอนซ่อมเสริมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้ทฤษฎี IRT โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่
2. ควรเพิ่มการหาค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัย โดยใช้วิธีของแองกอพฟ์ ในการหาคะแนนจุดตัด

3. ควรพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการตรวจและวิเคราะห์แบบทดสอบวินิจฉัยของนักเรียนและสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันที เพื่อประหยัดเวลา ลดขั้นตอนการตรวจแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกที่ระดับที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนได้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (ฉบับปรับปรุงปี 2560). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ธนบดี อินหาดกรวด. (2560). *การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระวัฒน์ การเกตุ. (2561). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกส์ลำดับขั้น เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชา ชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- นงนุช ศุภวรรณ. (2547). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องฟิสิกส์อะตอมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ประกาย เชื้อนิจ. (2560). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ปัทมาพร ณ น่าน. (2561). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสามชั้นวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พลพี ทุมมาพันธ์ Dong, D., & Li, M. (2563). การประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อขึ้นำการจัดการเรียนรู้: การประยุกต์ใช้โมเดลวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 15(1), 146-163. Retrieved from <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/jre/article/view/12834>
- พีระพล จอมใจเหล็ก. (2564). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. การศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภัสสุภา สุขสวัสดิ์. (2563). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ชั้น วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงานสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา.



- ลำแพน วงศ์คำจันทร์. (2557). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วรุตม์ ผิวงาม. (2563). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์เรื่องพันธะไอออนิกโดยใช้โมเดลวินิจัยพุทธิปัญญาไคนาสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัชรารณณ์ ขาญชัยธรรม. (2565). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสำหรับระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ศึกษาหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2538). การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์. ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2565). ระบบประกาศผลสอบ o-net. Retrieved on April 25, 2022 from: <https://www.niets.or.th/th/>
- สังวรณัฏฐ์ จิตกระโทก และอนุสรณ์ เกิดศรี. (2559). การประเมินวินิจัยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยโมเดล G-DINA. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 41(4), 37-53.
- สุขานาฏ คำพินันท์. (2559). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุดาร์ตน์ มนต์นิมิต. (2545). การใช้เทคนิคการคิดออกเสียงเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เพื่อจัดสอนซ่อมเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภากร คันธรส. (2556). พฤติกรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการเล่นเกมออนไลน์. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Kumar, J.S. (2017). The Psychology of Colour Influences Consumers' Buying Behaviour A Diagnostic Study. *Ushus-Journal of Business Management*. 16(4), 1-13.
- Kurniawati, D.M., & Ermawati, F.U. (2020). Analysis of Students' Conception Using Four-Tier Diagnostic Test for Dynamic Fluid Concepts. *International Journal of Physics*, 1491(012012), 1-7. doi:10.1088/1742-6596/1491/1/012012
- Wagh, S.K. (1987). *Construction of a battery of diagnostic tests in fractional numbers of mathematics for the students studying in standard x in Marathi medium schools in Sangli city*. Department of Education, Shivaji University.



Yuberti., Suryani, Y., & Indah Kurniawati, I. (2020). Four-tier diagnostic test with the certainty of response index to identify misconceptions in physics. *International Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 245-253.

