การสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง แรงเสียดทาน

An Investigation of Secondary School Students’ Scientific Conceptions of Frictional Force

พิชิต สามารถ[1], กิตติศักดิ์ชัย แนมจันทร์[2], พันเทพ รัตนานุพงศ์[3], พชร ชูสกุล[4], แสงกฤช กลั่นบุศย์[5*]

[1]คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, pichit.sama@mail.kmutt.ac.th

[2]คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, kittisakchai.nae@kmutt.ac.th

[3]คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, punthep.ratt@kmutt.ac.th

[4]โรงเรียนอนุบาลเมืองชุมพรวัดสุบรรณนิมิต, pacharaapple@gmail.com

[5]คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, saengkrit.klu@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบข้อสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน และเพื่อสำรวจประเด็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 73 คน ปีการศึกษา 2568 ผ่านแบบสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ครอบคลุม 2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแบบสำรวจผ่านการตรวจสอบคุณภาพและมีแบบทดสอบที่สามารถใช้ตรวจสอบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ได้ผลการสำรวจพบว่านักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 8 โดยนักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าพื้นที่ผิวสัมผัสมากส่งผลให้แรงเสียดทานสถิตมาก คิดเป็นร้อยละ 93 นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ประเด็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน พบว่าสามารถแบ่งออกเป็น 6 ประเด็น (1) ขนาดของแรงเสียดทานแปรผันตรงกับขนาดแรงที่กระทำตลอดเวลา (40%) (2) วัตถุที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น จะส่งผลให้มีแรงเสียดทานสถิตสูงสุดมากขึ้น (84%) (3) วัตถุที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น ขนาดมุมของพื้นเอียงทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่มากขึ้น (78%) (4) วัตถุที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมากขึ้น (53%) (5) เมื่อเพิ่มน้ำหนักของวัตถุ ขนาดมุมของพื้นเอียงทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่มากขึ้น (48%) และ (6) เมื่อเพิ่มน้ำหนักของวัตถุ จะส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเพิ่มตาม (34%)

คำหลัก: แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์, มโนมติทางวิทยาศาสตร์, แรงเสียดทานสถิตสูงสุด

Abstract

This research aims to design a test to measure scientific concepts regarding frictional force and to explore the misconceptions of a sample group of 73 Secondary school students for the academic year 2025 through a 4-item scientific concept survey covering two learning objectives. The survey passed quality checks and included a test that could be used to assess scientific concepts. The survey results showed that only 8% of students got the right scientific concept, and 93% of them thought that a larger contact area would lead to greater static frictional force. Additionally, the analysis of the misconceptions identified six key issues: (1) the size of frictional force is directly proportional to the applied force (40%), (2) objects with a larger contact area result in higher maximum static frictional force (83%), (3) objects with a larger contact area have a greater angle of inclination before they start moving (78%), (4) objects with a larger contact area have a higher coefficient of static frictional force (53%), (5) increasing the weight of an object results in a larger angle of inclination required for the object to start moving (48%), and (6) increasing the weight of an object results in a higher coefficient of static frictional force (34%).

Keywords: Scientific Conceptual Test, Scientific concept, Maximum static frictional force

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้โลกมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในทุกมิติ กำลังคนของชาติจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปพัฒนานวัตกรรมในอนาคต ฟิสิกส์ก็เป็นหนึ่งในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษากายภาพของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติโดยใช้เหตุและผลประกอบ เช่น ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงานต่าง ๆ เป็นต้น และนำความรู้นั้นไปใช้พัฒนาเทคโนโลยีให้ก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น และในการศึกษาวิชาฟิสิกส์นั้นต้องอาศัยพื้นฐานในการคำนวณ เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นทฤษฎีและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์ ที่เน้นนามธรรมมากกว่ารูปธรรม จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ที่เรียนในรายวิชาฟิสิกส์ให้ความสำคัญกับสมการที่ใช้ในการคำนวณมากกว่าการทำความเข้าใจแนวคิด หลักการ และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในสมการ จึงนำไปสู่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (สงวนศรี ภักติยานุวรรตน์, 2538) และ (ดวงกมล บำรุงบ้านทุ่ม, 2558) ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ และส่งผลต่อการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการ

เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มุ่งเน้นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนหรือทักษะจำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยนักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ทฤษฎี สมการที่ใช้ในการคำนวณ ตลอดจนประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายในการฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดความเข้าใจและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยหลักสูตรได้บรรจุเนื้อหาว่าด้วยเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนิวตัน แรงในธรรมชาติ สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ เนื้อหาดังกล่าวได้อธิบายพฤติกรรมของสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงภายนอกที่มากระทำต่อวัตถุ ซึ่งนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับเรื่องแรงเสียดทาน การเพิ่มแรงเสียดทาน เช่น พื้นรองเท้า ยางรถยนต์ การทาสีบนพื้นถนน การทำให้ฝาขวดน้ำมีร่อง หรือการพยายามลดแรงเสียดทาน เช่น การใช้สารหล่อลื่น การใช้ล้อและลูกปืน การใช้วัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานต่ำ

การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐานนั้น นอกจากกระบวนการจัดการเรียนสอนของครูแล้ว สิ่งที่ครูต้องให้ความสำคัญและทำอย่างสม่ำเสมอควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอนคือการวัดและประเมินผล ซึ่งตั้งอยู่บนแนวคิดหลักการพื้นฐาน 2 ประการ คือ การประเมินเพื่อพัฒนานักเรียนระหว่างจัดการเรียนการสอนและเพื่อตัดสินผลการเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ครูผู้สอนต้องเอาใจใส่ หมั่นตรวจสอบข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในการจัดการเรียนการสอน ทั้งในส่วนที่เกิดจากนักเรียนและครูผู้สอนเอง จากการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องแรงเสียดทาน พบว่า นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนเรื่องแรงเสียดทาน เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับพื้นที่ผิวสัมผัส ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับแรงในแนวตั้งฉาก เป็นต้น การตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนอาจรวมไปถึงการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน เช่น การตอบคำถาม การจดบันทึก การแก้ปัญหาสมการทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับตัวแปรทางฟิสิกส์ สิ่งเหล่านี้ครูผู้สอนสามารถวัดและประเมินผลเป็นระยะได้เพื่อนำไปปรับปรุงกระบวนการสอน นอกจากนี้เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนการสอนยังสามารถใช้แบบทดสอบหลังเรียนเพื่อจะได้มาซึ่งข้อมูลสภาพเด่นหรือด้อยทางการเรียนของนักเรียนได้และนำผลการวิเคราะห์นี้ไปใช้ปรับปรุงกลยุทธ์การสอนในปีการศึกษาถัดไป แบบทดสอบหลังเรียนบางครั้งเรียกว่า แบบทดสอบวินิจฉัย (สมนึก ภัททิยธนี, 2553) ซึ่งสร้างได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ การสัมภาษณ์แบบทดสอบชนิดเขียนตอบ แบบทดสอบหลายตัวเลือกทั่วไป แบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสองลำดับขั้น แบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสามลำดับขั้น ซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน (Kilic & Saglam, 2009)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องแรงเสียดทาน พบว่านักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน เช่น นักเรียนเข้าใจว่าพื้นที่ผิวสัมผัสส่งผลต่อขนาด

แรงเสียดทาน (ศักดิ์ บัวระพันธ์, 2548) และ (Wulandari et al., 2018) ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุและขนาดของแรงเสียดทานแปรผันตรงกันตลอดเวลาไม่ว่าวัตถุนั้นจะยังไม่เคลื่อนที่หรือเคลื่อนที่ไปแล้ว (พันธ์ ทองชุมนุม, 2544) จากเหตุผลที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงสนใจศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องแรงเสียดทาน โดยการสำรวจความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและสร้างแบบทดสอบการวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน จำนวน 4 ข้อ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ครอบคลุมเนื้อหา เกี่ยวกับการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงวัตถุกับแรงเสียดทาน และความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตสูงสุด มุมพื้นเอียง และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต เมื่อน้ำหนัก พื้นที่ผิวสัมผัส ที่เปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้ได้นำแบบทดสอบไปสำรวจมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการจัดการเรียนการสอนมาแล้ว เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับครูผู้สอนในการวิเคราะห์ประเด็นที่นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนและวางแผนแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน และส่งเสริมความเข้าใจให้สอดคล้องกับแนวคิด หลักการ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบข้อสอบที่ใช้ประเมินมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน
2. เพื่อสำรวจและวิเคราะห์มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แบบทดสอบประเมินมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน
2. มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
3. ใช้เป็นข้อมูลออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง แรงเสียดทาน

กรอบแนวคิด

การวิจัยนี้มุ่งศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม (Traditional Teaching) ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายทอดความรู้จากครูสู่นักเรียนโดยตรง แต่ไม่ได้เน้นการสร้างความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งอาจส่งผลต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยแบบทดสอบประเมินความเข้าใจนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้น และนำไปใช้กับนักเรียน หลังจากนั้นนำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ว่านักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน ในประเด็นใดและอย่างไร โดยมีกรอบแนวคิดการวิจัยตามแนวคิดของนรินทร์ สุขพิลาภ (2565) แสดงดังภาพ 1

ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน ซึ่งผ่านการประเมินจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ใบรับรองเลขที่ KMUTT-IRB-COA-2026-026 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมีระเบียบวิธีวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากร เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จำนวน 154 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จำนวน 73 คน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง แรงเสียดทานมาแล้ว จากการเลือกแบบเจาะจง

2. ขอบเขตงานวิจัย

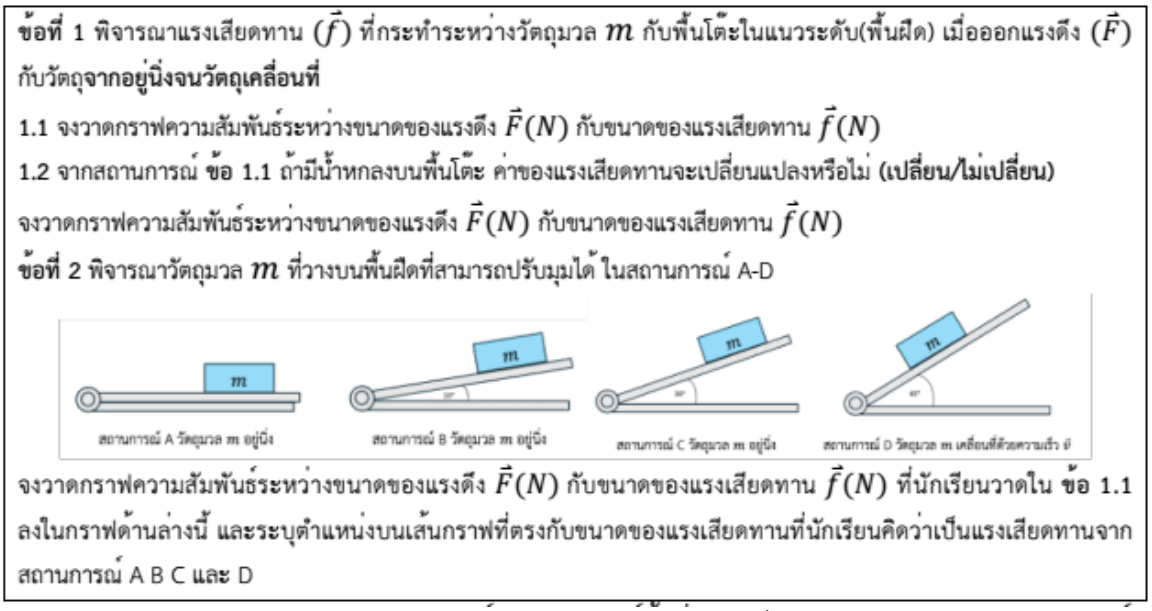
เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย คือ แรงเสียดทาน แบ่งเป็น 2 จุดประสงค์การเรียนรู้ ได้แก่ (1) นักเรียนสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงวัตถุและแรงเสียดทาน และระบุชนิดของแรงเสียดทานในแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่ได้ (2) นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรงเสียดทานสถิตสูงสุด มุมพื้นเอียง และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต เมื่อน้ำหนัก พื้นที่ผิวสัมผัส ที่เปลี่ยนแปลงได้

เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน 30 นาที

3. เครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงเสียดทาน พิจารณาเนื้อหาและความสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลังจากนั้นจึงกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้และออกแบบแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบแบบตอบคำถามและอธิบายเหตุผล/แนวคิดในการเลือกคำตอบนั้นจำนวน 4 ข้อ โดยแบบทดสอบได้ผ่านการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ในทุกข้อคำถาม ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบ ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนจำนวน 39 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ จากนั้นตรวจสอบหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ ซึ่งทุกข้อมีผลระหว่าง 0.3-0.6 และค่าอำนาจจำแนกของทุกข้อมีค่ามากกว่า 0.4 และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นด้วยสูตรสัมประสิทธิ์

อัลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 ดังนั้น ข้อสอบทั้งฉบับจึงอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานที่สามารถนำไปใช้ต่อได้ จึงได้แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 4 ข้อ ครอบคลุม 2 จุดประสงค์การเรียนรู้ แสดงดังภาพ 2 และภาพ 3



ภาพ 2 แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ในจุดประสงค์ข้อที่ 1 นักเรียนสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงวัตถุและแรงเสียดทาน และระบุชนิดของแรงเสียดทานในแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่ได้

จากภาพ 2 แสดงจุดประสงค์ที่ 1 ซึ่งแรงเสียดทาน คือ แรงต้านการเคลื่อนที่ ที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสกันระหว่างพื้นผิววัตถุสองผิว ซึ่งแรงเสียดทานเป็นปริมาณเวกเตอร์ ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง โดยขนาดของแรงเสียดทานจะขึ้นกับแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่และมีทิศทางตรงกันข้าม ผู้วิจัยต้องการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ประกอบด้วยคำถาม 2 ข้อ โดยแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อ 1 เป็นสถานการณ์บนพื้นราบโดยให้เขียนความสัมพันธ์ของขนาดของแรงดึงและขนาดของแรงเสียดเมื่อดึงวัตถุจากหยุดนิ่งจนวัตถุ เริ่มเคลื่อนที่กรณีพื้นฝืด (ข้อ 1.1) และกรณีพื้นลื่น (ข้อ 1.2) และ ข้อ 2 เป็นสถานการณ์บนพื้นเอียงฝืดเมื่อค่อย ๆ ปรับมุมของพื้นเอียงเพิ่มขึ้นจนวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ พร้อมระบุตำแหน่งของกราฟที่ตรงกับขนาดของแรงเสียดทานที่นักเรียนคิดว่าเป็นแรงเสียดทานจากสถานการณ์ A B C และ D

ข้อที่ 3 วัตถุพลาสติกชนิดเดียวกัน มวลเท่ากัน วางบนพื้นผิวเดียวกัน และมีรูปร่างแตกต่างกัน ดังรูป

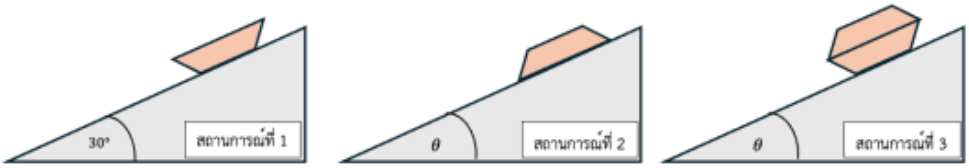
วัตถุ A พื้นที่สัมผัส 60 cm^2 **วัตถุ B พื้นที่สัมผัส 40 cm^2** **วัตถุ C พื้นที่สัมผัส 50 cm^2**

ให้นักเรียนเรียงลำดับวัตถุข้างต้นจากกรณีที่มีแรงเสียดทานสถิตสูงสุดจากมากไปน้อย ตามลำดับ พร้อมอธิบายเหตุผล

ข้อที่ 4 ในสถานการณ์ที่ 1 วัตถุวางบนพื้นเอียง เมื่อเพิ่มมุมพื้นเอียงจนทำมุม $30°$ กับแนวระดับ วัตถุ**จึงเริ่มเคลื่อนที่ จงเปรียบเทียบ**ขนาดของแรงเสียดทานสถิตสูงสุด $(f_{s,\max})$ ขนาดของมุมพื้นเอียง (θ) ที่ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ และ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (μ_s) ของคู่ผิวสัมผัส (วัตถุกับพื้นเอียง) ระหว่างสถานการณ์ที่ 1 กับ สถานการณ์ที่ 2 และ 3 ดังนี้

4.1 สถานการณ์ที่ 2 วัตถุมีขนาดน้ำหนักเท่ากัน ชนิดผิวสัมผัสเหมือนกัน **แต่พื้นที่ผิวสัมผัสแตกต่างกัน**

4.2 สถานการณ์ที่ 3 วัตถุชนิดผิวสัมผัสเหมือนกัน พื้นที่ผิวสัมผัสเท่ากัน **แต่มีขนาดน้ำหนักแตกต่างกัน**



(1) สถานการณ์ที่ 2 และ 3 มีขนาดของแรงเสียดทานสถิตสูงสุด $(f_{s,max})$ เป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1 พร้อมอธิบายเหตุผล

(2) สถานการณ์ที่ 2 และ 3 มีขนาดมุมของพื้นเอียง (θ) ที่ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1 พร้อมอธิบายเหตุผล

(3) สถานการณ์ที่ 2 และ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (μ_s) ของคู่ผิวสัมผัส (วัตถุกับพื้นเอียง) เป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1 พร้อมอธิบายเหตุผล

ภาพ 3 แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ในจุดประสงค์ข้อที่ 2 นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรงเสียดทานสถิตสูงสุด มุมพื้นเอียง และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต เมื่อน้ำหนัก พื้นที่ผิวสัมผัส ที่เปลี่ยนแปลงได้

จากภาพ 3 แสดงจุดประสงค์ที่ 2 ผู้วิจัยต้องการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตสูงสุด มุมพื้นเอียง และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต เมื่อเปลี่ยนชนิดของผิวสัมผัส พื้นที่ผิวสัมผัส น้ำหนักของวัตถุ ประกอบด้วยคำถาม 2 ข้อ โดยแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อ 3 เป็นสถานการณ์วางวัตถุชนิดเดียวกัน มวลเท่ากัน วางบนพื้นผิวเดียวกัน แต่มีรูปร่างและพื้นที่ผิวสัมผัสแตกต่างกัน ข้อ 4 เปรียบเทียบค่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด ค่ามุมเอียงที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน จากสถานการณ์บนพื้นเอียงเมื่อเปลี่ยนพื้นที่ผิวสัมผัส และน้ำหนักของวัตถุ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดการเก็บข้อมูลมโนมติทางวิทยาศาสตร์ให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบและยินยอมให้เก็บข้อมูลโดยแจ้งว่าในงานวิจัยนี้ จะไม่เผยแพร่ข้อมูลอันเป็นความลับที่สามารถระบุตัวตนของ

กลุ่มตัวอย่างได้ และให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างและผู้ปกครองลงนามยินยอมในหนังสือแสดงเจตนายินยอมอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย หลังจากนั้นนักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน เป็นเวลา 30 นาที และผู้วิจัยได้รวบรวมคำตอบและคำอธิบายเหตุผล/แนวคิดในการเลือกคำตอบของนักเรียนนำมาจัดกลุ่มคำตอบ และวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจัดระดับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายข้อ รายจุดประสงค์การเรียนรู้ และระบุประเด็นที่นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ลักษณะคำตอบของนักเรียนจากการเลือกคำตอบแล้วนำมาจัดระดับความเข้าใจ และนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินและกลั่นกรองความถูกต้อง แล้วปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำ จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความเข้าใจเพื่อเปรียบเทียบ ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ สุดท้ายผู้วิจัยได้ระบุประเด็นที่นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

ผลการวิจัย

ผลการสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างแสดงออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

1. มโนมติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้และแต่ละข้อคำถาม

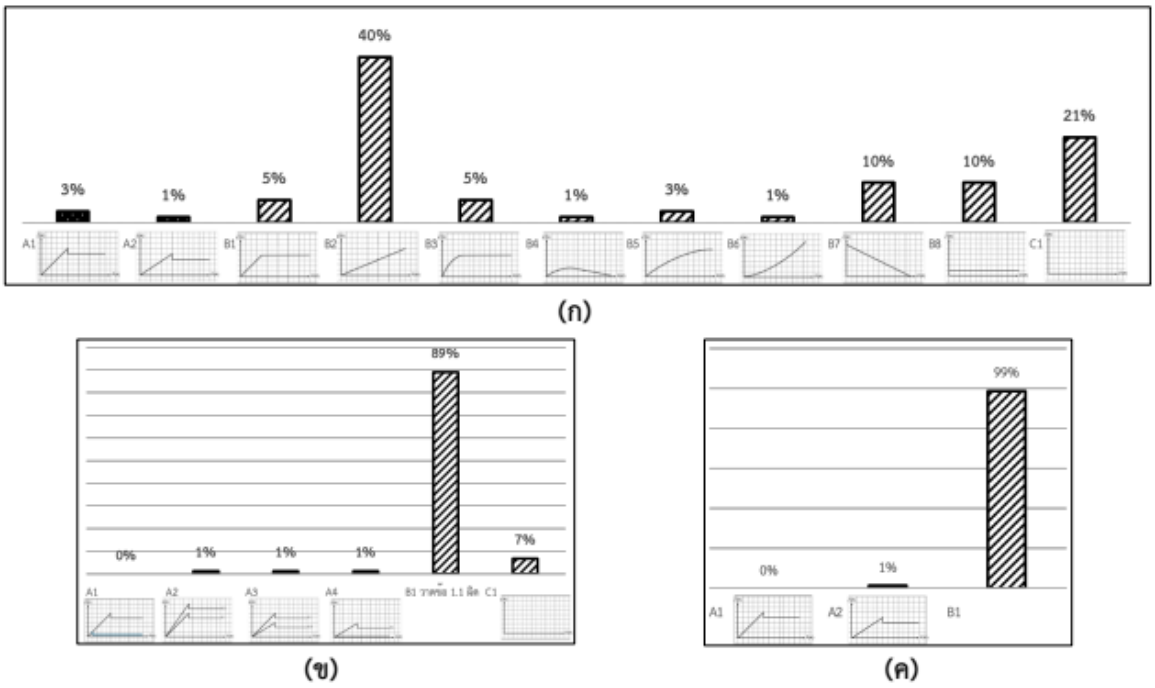
การรวบรวมคำตอบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2568 จำนวน 73 คน ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงเสียดทานมาแล้ว ที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบแบบให้ตอบคำถามและอธิบายเหตุผล/แนวคิดในการเลือกคำตอบนั้นจำนวน 4 ข้อ สามารถสรุปผลสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละจุดประสงค์ พบว่าโดยเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดร้อยละ 8 มีความเข้าใจที่ถูกต้อง เรื่อง แรงเสียดทาน โดยจุดประสงค์ที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากที่สุดเกี่ยวกับการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตสูงสุด มุมพื้นเอียง และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต เมื่อน้ำหนัก พื้นที่ผิวสัมผัส ที่เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ 15) และจุดประสงค์เกี่ยวกับการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงวัตถุและแรงเสียดทาน และระบุชนิดของแรงเสียดทานในแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่ (ร้อยละ 1) โดยข้อคำถามที่มีความเข้าใจมากสุดคือ ข้อ 4.2 เปรียบเทียบสถานการณ์กรณีวัตถุ มีค่าน้ำหนักต่างกัน ให้อธิบายเปรียบเทียบค่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด ค่ามุมเอียงที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (ร้อยละ 35) รองลงมาคือ ข้อ 4.1 เปรียบเทียบสถานการณ์บนพื้นเอียง เมื่อเปลี่ยนพื้นที่ผิวสัมผัส (ร้อยละ 8) และลำดับถัดมาเป็นข้อคำถามที่ 1.1 การเขียนกราฟความสัมพันธ์ของแรงดึงและแรงเสียดทานบนพื้นฝืด (ร้อยละ 3) โดยข้อคำถามที่มีร้อยละความเข้าใจเป็น 0 หรือไม่มีนักเรียนตอบถูกต้องเลยจำนวน 2 ข้อ คือ ข้อ 1.2 การเขียนกราฟความสัมพันธ์ของแรงดึงและแรงเสียดทานบนพื้นลื่น และข้อ 2 การเขียนกราฟความสัมพันธ์ของแรงดึงและแรงเสียดทานบนพื้นเอียงฝืด แสดงผลดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละจุดประสงค์

จุดประสงค์	คำถามข้อที่	มโนมติทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
1. นักเรียนสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงวัตถุและแรงเสียดทาน และระบุชนิดของแรงเสียดทานในแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่ได้	1.1	3	1
	1.2	0	
	2	0	
2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตสูงสุด มุมพื้นเอียง และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต เมื่อน้ำหนัก พื้นที่ผิวสัมผัส ชนิดของผิวสัมผัส ที่เปลี่ยนแปลงได้	3	2	15
	4.1	8	
	4.2	35	

ลักษณะกลุ่มคำตอบของนักเรียนในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 เกี่ยวกับการเขียนกราฟความสัมพันธ์ของแรงดึงและแรงเสียดทานทั้งกรณีพื้นราบฝืด พื้นราบลื่น และพื้นเอียงฝืด รวมทั้งตัวอย่างคำตอบของนักเรียน แสดงดังภาพ 4 พบว่าจากการวาดกราฟของนักเรียนในข้อคำถามที่ 1.1 มีนักเรียนที่เข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับกราฟขนาดของแรงเสียดทานกับขนาดของแรงดึงที่กระทำต่อวัตถุว่าขนาดของแรงทั้ง 2 ต้องเท่ากันและเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ จนถึงจุดที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ ค่าของแรงเสียดทานจะลดลงเราเรียกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด หลังจากวัตถุเคลื่อนที่ค่าของแรงเสียดทานจะคงที่เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ คิดเป็นร้อยละ 3 โดยลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ กรณี B2 (แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีขนาดแปรผันตามขนาดแรงดึงที่กระทำวัตถุตลอดเวลา) คิดเป็นร้อยละ 40 กรณีรองลงมาพบว่ามีค่าร้อยละเท่ากันคือร้อยละ 10 เป็นกรณี B7 (แรงดึงกระทำกับวัตถุแปรผกผันกับแรงเสียดทาน) และกรณี B8 (แรงเสียดทานไม่ขึ้นกับแรงดึงที่กระทำกับวัตถุ) นอกจากนี้มีนักเรียนที่ไม่สามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ได้เป็นกรณี C1 คิดเป็นร้อยละ 21 แสดงดังภาพ 4 (ก)

ข้อคำถามที่ 1.2 กรณีพื้นราบลื่นพบว่าไม่มีนักเรียนเขียนกราฟได้อย่างถูกต้องว่าลักษณะกราฟจะต้องเหมือนเดิมเมื่อเทียบกับข้อ 1.1 แต่จะมีขนาดแรงเสียดทานสถิตสูงสุดน้อยกว่า ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ วาดกราฟผิดตั้งแต่ข้อคำถามที่ 1.1 จึงไม่สามารถเปรียบเทียบได้ คิดเป็นร้อยละ 90 โดยลักษณะคำตอบที่เหลือมีร้อยละการตอบที่เท่ากันคือร้อยละ 1 ได้แก่ A2 (พื้นลื่นทำให้ มีแรงเสียดทานสถิตสูงสุดเพิ่มขึ้น) A3 (พื้นลื่นทำให้มีแรงเสียดทานสถิตสูงสุดลดลงแต่แรงดึงที่กระทำวัตถุไม่เท่ากับแรงเสียดทานกรณีวัตถุยังไม่เคลื่อนที่) และ B1 (ไม่มีแรงเสียดทานเลย) แสดงดังภาพ 4 (ข) นอกจากนี้ในข้อคำถามที่ 2 กรณีพื้นเอียงฝืดพบว่าไม่มีนักเรียนเขียนกราฟความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นนักเรียนจึงไม่สามารถระบุขนาดของแรงเสียดทานที่สอดคล้องกับสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดซึ่งคิดเป็นร้อยละ 99 แสดงดังภาพ 4 (ค)



ภาพ 4 (ก) ผลสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในข้อคำถามที่ 1.1 ของจุดประสงค์ที่ 1 (ข) ผลสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในข้อคำถามที่ 1.2 ของจุดประสงค์ที่ 1 และ (ค) ผลสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในข้อคำถามที่ 2 ของจุดประสงค์ที่ 1

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบขนาดแรงเสียดทานและพื้นที่ผิวสัมผัส จากข้อคำถามที่ 3 พบว่ามีนักเรียนจำนวน 1 คน ที่เข้าใจว่า “ขนาดแรงเสียดทานเท่ากัน พื้นที่ผิวสัมผัสไม่มีผล” คิดเป็นร้อยละ 2 ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แสดงดังตาราง 2 โดยลักษณะคำตอบที่นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนคือ “พื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น ทำให้แรงเสียดทานสถิตมากขึ้น” คิดเป็นร้อยละ 93 และ “พื้นที่ผิวสัมผัสน้อย แรงเสียดทานสถิตมีค่ามาก” คิดเป็นร้อยละ 2

ตาราง 2 ผลสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในข้อคำถามที่ 3 ของจุดประสงค์ที่ 2

คำตอบ		ประเภทคำตอบ	ลักษณะคำตอบ	จำนวนนักเรียน(คน)	ร้อยละ
เรียงลำดับ	อธิบายเหตุผล				
✓	✓	A=B=C	ขนาดแรงเสียดทานเท่ากัน พื้นที่ผิวสัมผัสไม่มีผล	1	2
✗	✗	A>C>B	พื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น ส่งผลให้แรงเสียดทานสถิตมากขึ้น	68	93
		B>C>A	พื้นที่ผิวสัมผัสน้อย แรงเสียดทานสถิตมีค่ามาก	1	2
ไม่ตอบเลย		-	-	3	4

การเปรียบเทียบขนาดแรงเสียดทานจากสถานการณ์ที่ 1 กรณีวัตถุวางนิ่งบนพื้นเอียงกับสถานการณ์ที่ 2 เมื่อวัตถุมีพื้นที่ผิวสัมผัสเพิ่มขึ้น และสถานการณ์ที่ 3 เมื่อวัตถุมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น จะมีขนาดแรงเสียดทานสถิตสูงสุด มุมที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเป็นอย่างไร แสดงผลการสำรวจ ดังตาราง 3 และตาราง 4

ตาราง 3 ผลสำรวจฉันทามติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในข้อคำถามที่ 4.1 ของจุดประสงค์ที่ 2

ปัจจัย	คำตอบ	ประเภทคำตอบ	ลักษณะคำตอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
$f_{s,max}$	เท่ากับ	A1	พื้นผิวแตกต่างกันแต่น้ำหนักเท่ากัน	1	2
		A2	มีแค่พื้นที่ผิวสัมผัสต่างกัน	1	2
		B1	พื้นที่ผิวไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่ แรงปฏิกิริยากับผิวสัมผัสเหมือนกัน	2	3
	มากกว่า	B2	พื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น แรงเสียดทานมากขึ้น	55	74
	น้อยกว่า	B3	ไหลไปได้ไวเนื่องจากเอาส่วนที่กว้างลง วัตถุคว่ำลงทำให้แรงเสียดทานน้อยลง	11	15
	ไม่ตอบเลย	C1	-	3	4
θ	เท่ากับ	A1	เพราะชนิดผิวสัมผัสเหมือนกันทำให้ทั้งคู่เคลื่อนที่ได้ในมุมเดียวกัน	6	8
	มากกว่า	B1	พื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น จะทำให้เคลื่อนที่ยากขึ้นต้องใช้มุมมากขึ้น เพื่อเคลื่อนที่ลง เพราะแรงเสียดทานสถิตสูงสุดมากกว่า	57	78
	น้อยกว่า	B2	พื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่า แรงเสียดทานน้อยจึงเคลื่อนที่ได้ง่าย	6	8
	ไม่ตอบเลย	C1	-	4	6
μ_s	เท่ากับ	A1	เป็นคู่ผิวสัมผัสเดียวกัน	6	8
		A2	พื้นที่ผิวสัมผัสต่างกัน แต่น้ำหนักเท่ากัน	4	6
	มากกว่า	B1	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตแปรผันตรงกับแรงเสียดทานสถิตสูงสุด	13	18
		B2	พื้นที่ผิวสัมผัสมาก ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมาก	39	53
	น้อยกว่า	B3	ทวนคำถาม	6	8
	ไม่ตอบเลย	C1	-	5	7

ตาราง 4 ผลสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในข้อคำถามที่ 4.2 ของจุดประสงค์ที่ 2

ปัจจัย	คำตอบ	ประเภทคำตอบ	ลักษณะคำตอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
$f_{s,max}$	มากกว่า	A1	ตามสมการแรงเสียดทานแปรผันตรงกับน้ำหนัก	50	69
		A2	มวลมากกว่าทำให้แรงเสียดทานมาก	3	4
	เท่ากับ	B1	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ เพราะพื้นผิวและผิวสัมผัสเหมือนกัน	11	15
	น้อยกว่า	B2	น้ำหนักมากกว่าทำให้มีแรงกระทำมากกว่าแรงเสียดทานน้อยกว่า	6	8
	ไม่ตอบเลย	C1	-	3	4
θ	เท่ากับ	A1	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ มุมพื้นเอียงเดียวกันต่างกันแค่น้ำหนักของวัตถุชนิดผิวสัมผัสพื้นที่สัมผัสเหมือนกัน	15	20
	มากกว่า	B1	น้ำหนักมาก แรงกดมาก แรงเสียดทานมาก ทำให้พื้นเอียงต้องทำมุมมากขึ้นเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่	35	48
		B2	มุมแปรผันตรงกับแรงเสียดทานสถิตสูงสุด (เนื่องด้วยแรงเสียดทานมากกว่าจึงต้องมีมุมที่มากกว่า)	5	7
	น้อยกว่า	B3	น้ำหนักมากจะเคลื่อนที่ง่าย	8	11
	ไม่ตอบเลย	C1	-	10	14
μ_s	เท่ากับ	A1	อยู่บนพื้นผิวเดียวกัน คู่ผิวสัมผัสเดียวกัน น้ำหนักไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต	12	17
	มากกว่า	B1	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานแปรผันตรงกับแรงเสียดทานสถิตสูงสุด	21	29
		B2	น้ำหนักมาก แรงเสียดทานมาก สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเพิ่มขึ้น	25	34
	น้อยกว่า	B3	แรงเสียดทานสถิตสูงสุดมากส่งผลให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานน้อยกว่า	9	12
	ไม่ตอบเลย	C1	-	6	8

ลักษณะกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการเปรียบเทียบ**ขนาดแรงเสียดทานสถิตสูงสุด**จากสถานการณ์ที่ 1 กับสถานการณ์ที่ 2 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ กรณี B2 (พื้นที่ผิวสัมผัสเยอะ แรงเสียดทานมาก) คิดเป็นร้อยละ 74 กรณีรองลงคือ กรณี B3 (ไหลไปได้ไว เนื่องจากเอาส่วนที่กว้างของวัตถุคว่ำลงทำให้แรงเสียดทานน้อยลง) คิดเป็นร้อยละ 15 กรณีเปรียบเทียบ**มุมที่ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่** โดยลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ กรณี B1 (พื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น จะทำให้เคลื่อนที่ยากขึ้นต้องใช้มุมมากขึ้น เพื่อเคลื่อนที่ลง เพราะแรงเสียดทานสถิตสูงสุดมากกว่า) คิดเป็นร้อยละ 78 กรณีรองลงมา คือ กรณี B2 (พื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่า แรงเสียดทานน้อยจึงเคลื่อนที่ได้ง่าย) คิดเป็นร้อยละ 8 และกรณีเปรียบเทียบ**ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน** โดยลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ กรณี B2 (พื้นที่ผิวสัมผัสมากค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมาก) คิดเป็นร้อยละ 53 กรณีรองลงคือ กรณี B1 (ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตแปรผันตรงกับแรงเสียทานสถิตสูงสุด) คิดเป็นร้อยละ 18 แสดงดังตาราง 3

ลักษณะกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการเปรียบเทียบขนาดแรงเสียดทานสถิตสูงสุดจากสถานการณ์ที่ 1 กับสถานการณ์ที่ 3 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่เข้าใจถูกต้อง กรณี A1 (แรงเสียดทานแปรผันตรงกับน้ำหนัก) คิดเป็นร้อยละ 69 โดยลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ กรณี B1 (ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เพราะพื้นผิวและผิวสัมผัสเหมือนกัน) คิดเป็นร้อยละ 15 กรณีรองลงคือ กรณี B2 (น้ำหนักมากกว่าทำให้มีแรงกระทำมากกว่าหรือแรงเสียดทานน้อยกว่า) คิดเป็นร้อยละ 8 กรณีเปรียบเทียบ**มุมที่ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่** ซึ่งลักษณะคำตอบของนักเรียนที่เข้าใจถูกต้อง กรณี A1 (ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ มุมพื้นเอียงเดียวกันต่างกันแค่น้ำหนักของวัตถุชนิดผิวสัมผัสพื้นที่สัมผัสเหมือนกัน) คิดเป็นร้อยละ 20 โดยลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ กรณี B1 (น้ำหนักมาก แรงกดมาก แรงเสียดทานมาก ทำให้พื้นเอียงต้องทำมุมมากขึ้นเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่) คิดเป็นร้อยละ 48 กรณีรองลงคือ กรณี B3 (น้ำหนักมากจะเคลื่อนที่ง่าย) คิดเป็นร้อยละ 11 กรณีเปรียบเทียบ**ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน** ซึ่งลักษณะคำตอบของนักเรียนที่เข้าใจถูกต้อง กรณี A1 (อยู่บนพื้นผิวเดียวกัน คู่ผิวสัมผัสเดียวกัน น้ำหนักไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต) คิดเป็นร้อยละ 17 โดยลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ กรณี B2 (น้ำหนักมาก แรงเสียดทานมาก สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเพิ่มขึ้น) คิดเป็นร้อยละ 34 กรณีรองลงคือ กรณี B1 (ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานแปรผันตรงกับแรงเสียดทานสถิตสูงสุด) คิดเป็นร้อยละ 29 และสุดท้ายคือ กรณี B3 (แรงเสียดทานสถิตสูงสุดมากส่งผลให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานน้อยกว่า) คิดเป็นร้อยละ 12 แสดงดังตาราง 4

2. ประเด็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

การวิเคราะห์การตอบคำถามและอธิบายเหตุผล/แนวคิดของนักเรียน สามารถสรุปผลสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็น 6 ประเด็น โดยประเด็นที่พบมากที่สุดคือ “วัตถุที่มีพื้นที่

ผิวสัมผัสมากขึ้น จะส่งผลให้มีแรงเสียดทานสถิตสูงสุดมากขึ้น” คิดเป็นร้อยละ 84 และประเด็นรองลงมาพบว่ามีค่าร้อยละ 78 คือประเด็น “วัตถุที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น ขนาดมุมของพื้นเอียงทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่มากขึ้น” และประเด็น “วัตถุที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมากขึ้น” คิดเป็นร้อยละ 53 นอกจากนี้ ยังพบประเด็นคลาดเคลื่อนว่า “เมื่อเพิ่มน้ำหนักของวัตถุ ขนาดมุมของพื้นเอียงทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่มากขึ้น” คิดเป็นร้อยละ 48 และ “ขนาดของแรงเสียดทานแปรผันตรงกับขนาดของแรงที่กระทำตลอดเวลา” คิดเป็นร้อยละ 40 และประเด็นสุดท้ายที่พบคือ “เมื่อน้ำหนักเพิ่มส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเพิ่ม” คิดเป็นร้อยละ 34 แสดงผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ประเด็นที่สัมพันธ์กับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนกับคำตอบของนักเรียน

ประเด็นที่นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละ
1. ขนาดของแรงเสียดทานแปรผันตรงกับขนาดแรงที่กระทำตลอดเวลา	40
2. วัตถุที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น จะส่งผลให้มีแรงเสียดทานสถิตสูงสุดมากขึ้น	84
3. วัตถุที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น ขนาดมุมของพื้นเอียงทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่มากขึ้น	78
4. วัตถุที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมากขึ้น	53
5. เมื่อเพิ่มน้ำหนักของวัตถุ ขนาดมุมของพื้นเอียงทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่มากขึ้น	48
6. เมื่อเพิ่มน้ำหนักของวัตถุ จะส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเพิ่มตาม	34

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบทดสอบและนำแบบทดสอบที่ได้รับการพัฒนาเรียบร้อยแล้วนั้นมาประเมินมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ จำนวน 73 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงเสียดทานมาแล้ว โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง แบบทดสอบประเมินมโนมติทางวิทยาศาสตร์มีจำนวน 4 ข้อ ครอบคลุม 2 จุดประสงค์ คือ นักเรียนสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงวัตถุและแรงเสียดทาน และระบุชนิดของแรงเสียดทานในแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่ได้ นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรงเสียดทานสถิตสูงสุด มุมพื้นเอียง และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต เมื่อน้ำหนัก พื้นที่ผิวสัมผัส ที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งแบบทดสอบผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งฉบับ ผลการสำรวจพบว่า นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน ที่ถูกต้องทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 8 โดยข้อคำถามที่นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากที่สุดคือข้อคำถามที่ 4.2 เกี่ยวกับการเปรียบเทียบขนาดแรงเสียดทานสถิตสูงสุด มุมพื้นเอียงที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานกรณีวัตถุมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ส่วนข้อคำถามอื่นนักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนจำนวนมาก

ในทุกข้อคำถาม ซึ่งสามารถสรุปประเด็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ที่คลาดเคลื่อนได้ 6 ประเด็น ประเด็นที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือนักเรียนเข้าใจว่าวัตถุที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น จะส่งผลให้มีแรงเสียดทานสถิตสูงสุด มากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 84 ซึ่งผลการวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมที่ไม่มีการทดลองให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บค่าขนาดแรงเสียดทานสถิตสูงสุดที่ขึ้นกับเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น พื้นที่ผิวสัมผัส หรือมุมพื้นเอียง ทำให้นักเรียนเกิดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน โดยผลการสำรวจดังกล่าว เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนฟิสิกส์ที่ต้องการสร้างกิจกรรมหรือนวัตกรรม เพื่อให้นักเรียนร่วมทดลองและพิสูจน์ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ โดยเห็นผลจากเครื่องมือที่แสดงให้เห็นเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ และสามารถเชื่อมโยงกับทฤษฎีพื้นฐานได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

อภิปรายผล

1. ผลการสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์แต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้และแต่ละข้อคำถาม

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะการตอบคำถามของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ที่คลาดเคลื่อนจำนวนมาก โดยเฉพาะเนื้อหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของพื้นที่ผิวสัมผัสกับขนาดของแรงเสียดทานสถิตสูงสุด มุมพื้นเอียงที่ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของวัสดุ ซึ่งผลร้อยละ ของนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนแสดงดังข้อคำถามที่ 3 (ตาราง 2) จำนวนร้อยละ 93 ที่เข้าใจว่าพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้นส่งผลให้แรงเสียดทานสถิตมากขึ้น นอกจากนี้ในข้อคำถามที่ 4.1 (ตาราง 3) นักเรียนเข้าใจว่าพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น จะทำให้เคลื่อนที่ยากขึ้นต้องใช้มุมมากขึ้น เพื่อเคลื่อนที่ลง เพราะแรงเสียดทานสถิตสูงสุดมากกว่า คิดเป็นร้อยละ 78 นักเรียนเข้าใจว่าพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น แรงเสียดทานมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 74 และนักเรียนเข้าใจว่าพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้นค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 53 ซึ่งผลการสำรวจนี้สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนที่ ศักดิ์ บัวระพันธ์ (2548) และ Wulandari et al. (2018) ได้สำรวจไว้และพบว่านักเรียนเข้าใจว่าพื้นที่ผิวสัมผัสส่งผลต่อขนาดแรงเสียดทาน

นอกจากความสัมพันธ์ของพื้นที่ผิวสัมผัสแล้ว ผลการสำรวจเกี่ยวกับการให้นักเรียนแสดงกราฟความสัมพันธ์ของขนาดแรงดึงที่กระทำต่อกับวัตถุกับขนาดของแรงเสียดทาน พบว่านักเรียนเข้าใจว่าแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีขนาดแปรผันตรงตามขนาดแรงดึงที่กระทำวัตถุตลอดเวลา เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่แล้วค่าแรงเสียดทาน ก็ยังเพิ่มขึ้นตามด้วย แสดงดังภาพ 4 (ก) คิดเป็นร้อยละ 40 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนี้สอดคล้องกับผลสำรวจของ พันธ์ ทองชุมนุม (2544) ที่กล่าวว่า นักเรียนเข้าใจว่าขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุและขนาดของแรงเสียดทานแปรผันตรงกันตลอดเวลา ไม่ว่าวัตถุนั้นจะยังไม่เคลื่อนที่หรือเคลื่อนที่ไปแล้ว จากผลการวิเคราะห์นี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนตระหนักว่าความคิดเดิมของตนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ และต้องปรับเปลี่ยน

แนวคิดผ่านหลักฐานและการให้เหตุผล (Posner et al., 1982) รวมทั้งครูผู้สอนอาจต้องออกแบบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นถึงพฤติกรรมและความสัมพันธ์ของพื้นที่ผิวสัมผัสกับแรงเสียดทาน ซึ่งอาจช่วยลดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวได้

2. ผลการวิเคราะห์ประเด็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

จากผลการสำรวจพบว่านักเรียนมีประเด็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งออกเป็น 6 ประเด็น โดยความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่มาจากความเข้าใจผิดเกี่ยวกับพื้นที่ผิวสัมผัสและความสัมพันธ์ของแรงดึงวัตถุ แต่ยังมีประเด็นที่น่าสนใจคือนักเรียนเข้าใจว่าเมื่อเพิ่มน้ำหนักของวัตถุจะส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเพิ่มตามไปด้วย ซึ่งในความเป็นจริงแล้วค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเป็นค่าเฉพาะตัวของคู่ผิวสัมผัสจะไม่ขึ้นกับขนาดแรงดึงวัตถุ พื้นที่ผิวสัมผัส และน้ำหนักของวัตถุ หรือแรงแนวฉาก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2561)

ข้อเสนอแนะ

การสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์อาจจำเป็นต้องเพิ่มกลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น กลุ่มโรงเรียนที่แตกต่างกัน และกลุ่มแผนการเรียนของนักเรียน ซึ่งจะทำให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มมากขึ้นและทำให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เพื่อให้ครูสามารถนำข้อมูลนี้ไปออกแบบกิจกรรมแก้ไขมโนมติทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

ดวงกมล บำรุงบ้านทุ่ม. (2558). ศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,* 53, 31-38.

นรินทร์ สุขพิลาภ, & แสงกฤช กลั่นบุศย์. (2565, 25-28 มกราคม). การศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องคลื่นในเส้นเชือกของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 11* (น. 970-980). มหาวิทยาลัยพะเยา.

พันธ์ ทองชมนุม. (2554). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องสมดุลกลของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารสงขลานครินทร์,* (1), 10-13.

ศักดิ์ บัวระพันธ์. (2548). การสำรวจแนวคิดของนักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 3 เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่. *Songklanakarin Journal of Social Sciences and Humanities,* 11(ฉบับพิเศษ), 45-69.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). ประสานการพิมพ์.

สงวนศรี ภักติยานุวรรตน์. (2538). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้การสอนด้วยชุดการสอนกับการสอนปกติ* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น].

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika,* 16(3), 297-334.

Kılıç, D., & Sağlam, N. (2009). Development of a two-tier diagnostic test concerning genetics concepts: The study of validity and reliability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 1(1), 2685-2686. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.474

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education,* 66(2), 211-227.

Wulandari, P. S., Cari, C., Aminah, N. S., & Nugraha, D. A. (2018). Pre-service teachers’ conceptual understanding of rolling friction coefficient. *AIP Conference Proceedings.*