การพัฒนาทักษะการเขียนแผนภาพอิสระของวัตถุของนักเรียน ด้วยโปรแกรมแทรคเกอร์

Enhancement of skills on drawing of free body diagrams with Tracker program

สรายุทธ์ พานเทียน

Sarayut Pantian

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University

***Corresponding author E-mail: sarayut.p@lawasri.tru.ac.th**

(Received: Aug31, 2023; Revised: Nov18, 2023; Accepted: Dec8, 2023)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์วิดีโอแทรคเกอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ ทั้งนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพอิสระได้ แหล่งข้อมูลประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนอาสาสมัครระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2566 จำนวน 18 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์วิดีโอแทรคเกอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ทางการ ศึกษาตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยคะแนนระหว่างเรียน (การประเมินการทดลองและแบบฝึกหัดระหว่างเรียน) และหลังเรียน (ผลการเรียนรู้) มีค่าเป็น 88.33 และ 82.61 ตามลำดับ และนักเรียนมีทักษะการเขียนแผนภาพอิสระของวัตถุหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

คำสำคัญ: การพัฒนาทักษะ แผนภาพอิสระ การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ

Abstract

The purposes of this research are to determine the effectiveness of the lesson plan and compare the average of the pre-and post-test scores of subjects who have been trained using the video by tracker program to teach physics in one-dimensional motion. Also focus on the process of drawing a free body diagram of the object to solve complex problems. The sample was used by purposive sampling consisted of 18 volunteer students from the Demonstration School of Thepsatri Rajabhat University, the 1st semester: 2023. Research tools included the lesson plan using tracker program in one-dimensional motion of an object. The results show that the effectiveness of the lesson plan is based on 80/80 criteria. It is found that the percentage of the average score, the score between the course (evaluation of experiments and exercises during the course) and after the course (learning result) is 88.33.and 82.61 respectively, and students have the ability to draw free body diagrams of post-test significantly higher than before study statistically 05.

Keywords: Skill development, Free body diagram, One-dimension motion

บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาเครื่องมือและการตอบสนองต่อความต้องการด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ จุดเริ่มต้นของวิทยาศาสตร์เกิดจากทักษะอันน่าอัศจรรย์ของมนุษย์โดยเราเรียกทักษะเหล่านั้นว่าทักษะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วย 14 ทักษะ เมื่อนำทักษะเหล่านั้นมารวมกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะได้มาซึ่งความรู้ที่จะสรรค์สร้างสิ่งใหม่ให้แก่มวลมนุษยชาติและยังเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจในสังคมโลกอีกด้วย [1]

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ศึกษาลักษณะทางกายภาพของธรรมชาติ โดยข้อมูลส่วนใหญ่ที่สังเกตการได้จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงปริมาณผ่านกระบวนการสมมติตัวแปรทางคณิตศาสตร์ที่จะเป็นตัวแทนพฤติกรรมของธรรมชาติ เมื่อนำตัวแปรเหล่านั้นมาใช้งานร่วมกับหลักการ กฎและทฤษฎีทางฟิสิกส์จะสามารถทำนายและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยกระบวนการดังที่กล่าวมาแล้วนั้นหากผู้ศึกษาฟิสิกส์ต้องการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ผู้ศึกษาจำเป็นต้องเชื่อมโยงปรากฏการณ์ธรรมชาติกับตัวแปรทางคณิตศาสตร์ให้ได้จึงจะสามารถสร้างกระบวนการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนตามหลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ได้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝน ทว่าการสอนฟิสิกส์ในปัจจุบันเน้นการบอกความรู้ การแก้สมการ และการจดจำเพื่อแก้ปัญหา [2, 3] รวมถึงการสอนโดยการมุ่งเน้นการบรรยายเพียงอย่างเดียวไม่ก่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้แก่ผู้เรียน [4]

จากข้อมูลดังที่กล่าวมาแล้วประกอบกับการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ภาคการศึกษาที่ 2/2565 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนรวมตลอดภาคการศึกษาต่ำกว่าร้อยละ 55 ไม่สามารถเขียนแสดงการคำนวณเพื่อหาคำตอบในข้อสอบประเภทอัตนัยได้เลย รวมถึงไม่สามารถเขียนกำหนดเหตุการณ์จากที่โจทย์กำหนดได้ ซึ่งสอดคล้องกับศุภวัฒน์ วิสิฐศิริกุล [5] ที่สังเกตผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำ โดยตั้งสมมติฐานว่าอาจเนื่องมาจากนักศึกษาไม่สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์จริงกับกระบวนการคำนวณได้และประกอบกับมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ จึงให้นักศึกษาฝึกเขียนแผนภาพอิสระเพื่อเชื่อมโยงเหตุการณ์จริงกับการคำนวณด้วยการใช้ชุดกระดานแม่เหล็ก ผลปรากฏว่านักศึกษาสามารถเขียนแผนภาพอิสระได้และมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการรายงานผลว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการสูงขึ้นหรือไม่ ทั้งนี้ นันธิญา แก้ววิจิตร [6] ได้ใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller & Heller) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนด้วยขั้นตอนที่เน้นการเขียนแผนภาพอิสระและอธิบายกระบวนการคำนวณด้วยแผนภาพอิสระจนเกิดความชำนาญ เรื่อง ไฟฟ้าสถิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เพียงอย่างเดียวไม่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร จึงได้ออกแบบการใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ควบคู่กับการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น จากงานวิจัยอาจสรุปได้เบื้องต้นว่า การให้ผู้เรียนเขียนแผนภาพอิสระตามการบอกเล่าผ่านประสบการณ์ของผู้สอนอย่างเดียวไม่อาจทำพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ แต่จำเป็นต้องมีกระบวนการที่จะ

ทำให้ผู้เรียนเขียนแผนภาพอิสระด้วยประสบการณ์ของผู้เรียนเองจึงจะเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้

โปรแกรมแทรคเกอร์เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมในการทำการทดลองพื้นฐานและใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยโปรแกรมจะทำงานด้วยการนำวิดีโอการเคลื่อนที่ของวัตถุมาทำการติดตามวัตถุ จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณและแสดงผลออกมา ทั้งนั้นรูปแบบกราฟและตัวแปรต่าง ๆ ที่ขึ้นกับเวลา เช่น ตำแหน่ง ความเร็ว ความเร่ง เป็นต้น [7] จึงทำให้ผู้เรียนสามารถเห็นเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ตลอดกระบวนการการเคลื่อนที่ ทั้งผู้เรียนยังต้องกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้น เช่น ตำแหน่ง ระยะ หรือเวลา เป็นต้น เพื่อใช้สำหรับอ้างอิงในการประมวลการคำนวณของการเคลื่อนที่ด้วย การกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความเข้าใจในนิยามของตัวแปรที่เพื่อให้ผลการทดลองออกมามีค่าความคลาดเคลื่อนจากทฤษฎีน้อยที่สุด ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำโปรแกรมแทรคเกอร์มาใช้ประกอบกับการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ จากนั้นให้ผู้เรียนนำเหตุการณ์จากการทดลองด้วยโปรแกรมแทรคเกอร์มาเขียนแผนภาพอิสระ และกำหนดตัวแปรเงื่อนไขเริ่มต้นต่าง ๆ ลงในแผนภาพอิสระนั้น จากนั้นทำการคำนวณจนได้ผลลัพธ์ตามที่ผู้วิจัยกำหนด

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาทักษะการเขียนแผนภาพอิสระของวัตถุในการเคลื่อนที่ของวัตถุในหนึ่งมิติด้วยโปรแกรมแทรคเกอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

ประชากร

นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 500 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนอาสาสมัครโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ภาคการศึกษาที่ 1/2566 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 18 คน โดยนักเรียนกลุ่มนี้เคยผ่านการสอบด้วยข้อสอบแบบอัตนัยแต่ไม่สามารถแสดงคำตอบได้เลย

เครื่องมือที่ใช้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่หนึ่งมิติ ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญว่าอยู่ในระดับดีมาก เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนานักเรียนโดยมุ่งเน้นที่การใช้โปรแกรมแทรคเกอร์ร่วมกับการสอนและการทำการทดลอง โดยดำเนินการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เพื่อทำการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเน้นผลการเรียนรู้ด้านการคำนวณจึงนำผลการเรียนรู้

บางข้อของบทเรียนเรื่องการเคลื่อนที่หนึ่งมิติ สาระฟิสิกส์ที่ 1 ผลการเรียนรู้ ม.4 โดยผลการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผลการเรียนรู้ข้อที่ 2 และ 3 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้สาระที่ 1 ฟิสิกส์ และผลการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

สาระที่ 1 ฟิสิกส์
เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
ผลการเรียนรู้ ม.4
2. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง
3. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. หน้า 190-191.

1.2 กำหนดบทเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ โดยแบ่งออกเป็น 2 แผน ประกอบด้วย 2 หัวข้อย่อย รวมถึงเวลาที่ใช้ดังตารางที่ 2 โดยแต่ละแผนมีการใช้โปรแกรมแทรคเกอร์เข้ามาประกอบกับการทำการทดลองทุกแผน

2. แบบฝึกหัดระหว่างเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ข้อ โดยแบบฝึกหัดดังกล่าวมุ่งเน้นที่กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการแสดงวิธีหาคำตอบตามกระบวนการด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1. ความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 2. ความสามารถในการระบุหลักการทางฟิสิกส์ 3. ความสามารถในการวางแผน 4. ความสามารถในการหาคำตอบ และ 5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ

ตารางที่ 2 บทเรียน แผนจัดการเรียนรู้ หัวข้อการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการดำเนินการสอน

ชื่อบทเรียน	**แผนจัดการเรียนรู้**	**หัวข้อการเรียนรู้**	**เวลาที่ใช้**
การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ	1	ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟ	2
	2	สมการการเคลื่อนที่แนวตรง	2
	3	การตกเสรี	2
		จำนวนคาบรวม	**6**

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ

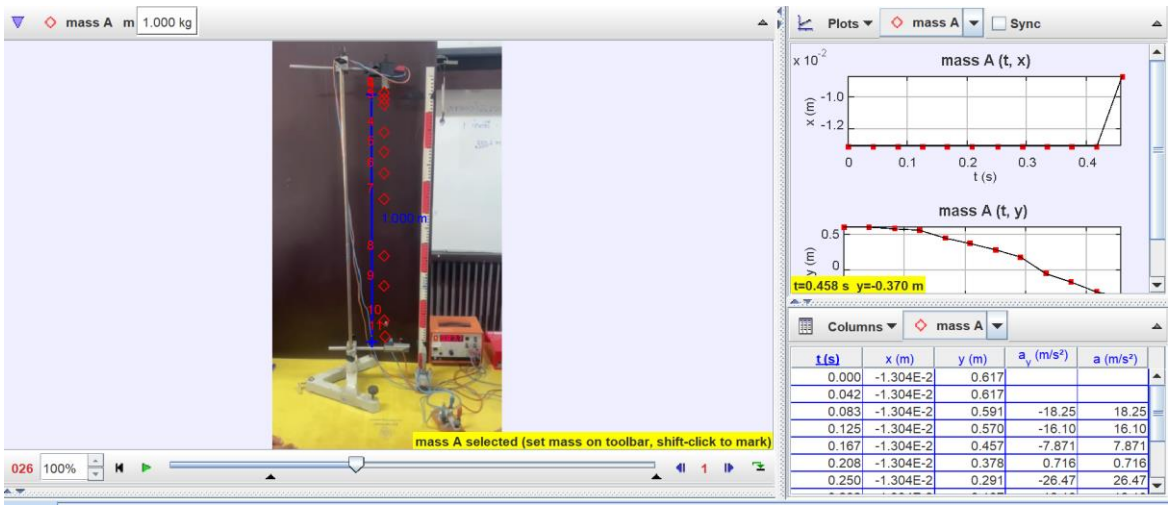
องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	คะแนน	พฤติกรรมของนักเรียน
1. ความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา	2	แสดงข้อมูลที่โจทย์ให้มาและแผนภาพอย่างคร่าว ๆ และเขียนข้อมูลที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้องและครบถ้วน
	1	แสดงข้อมูลที่โจทย์ให้มาและแผนภาพอย่างคร่าว ๆ และเขียนข้อมูลที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
	0	แสดงข้อมูลที่โจทย์ให้มาและแผนภาพอย่างคร่าว ๆ และเขียนข้อมูลที่โจทย์ให้หาไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน หรือไม่เขียน
2. ความสามารถในการระบุหลักการทางฟิสิกส์	2	เขียนแผนภาพวัตถุอิสระตามข้อมูลที่โจทย์ให้มาอย่างละเอียด และเขียนตัวแปรต่าง ๆ ให้สมบูรณ์และระบุว่าควรใช้กฎ หลักการ หรือทฤษฎี ทางฟิสิกส์ใดในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องและครบถ้วน
	1	เขียนแผนภาพวัตถุอิสระตามข้อมูลที่โจทย์ให้มาอย่างละเอียด และเขียนตัวแปรต่าง ๆ ให้สมบูรณ์และระบุว่าควรใช้กฎ หลักการ หรือทฤษฎี ทางฟิสิกส์ใดในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
	0	เขียนแผนภาพวัตถุอิสระตามข้อมูลที่โจทย์ให้มาอย่างละเอียด และเขียนตัวแปรต่าง ๆ ให้สมบูรณ์และระบุว่าควรใช้กฎ หลักการ หรือทฤษฎี ทางฟิสิกส์ใดในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน หรือไม่เขียน
3. ความสามารถในการวางแผน	2	เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรจากโจทย์ปัญหาออกมาในรูปสัญลักษณ์หรือสมการทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง พร้อมทั้งหาแนวทางในการหาคำตอบถูกต้องสมบูรณ์
	1	เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรจากโจทย์ปัญหาออกมาในรูปสัญลักษณ์หรือสมการทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง พร้อมทั้งหาแนวทางในการหาคำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
	0	เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรจากโจทย์ปัญหาออกมาในรูปสัญลักษณ์หรือสมการทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง พร้อมทั้งหาแนวทางในการหาคำตอบไม่ถูกต้องและไม่สมบูรณ์ หรือไม่เขียน
4. ความสามารถในการหาคำตอบ	2	แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1	แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
	0	แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องและไม่สมบูรณ์
5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ	2	ตรวจคำตอบที่ได้มาให้สัมพันธ์กับเงื่อนไขโจทย์และสรุปคำตอบที่ถูกต้องได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1	ตรวจคำตอบที่ได้มาให้สัมพันธ์กับเงื่อนไขโจทย์และสรุปคำตอบที่ถูกต้องได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
	0	ตรวจคำตอบที่ได้มาให้สัมพันธ์กับเงื่อนไขโจทย์และสรุปคำตอบที่ถูกต้องไม่ถูกต้องและไม่สมบูรณ์

3. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ จำนวน 20 ข้อ แบบอัตนัย ซึ่งแบ่งเป็นแบบทดสอบประเภททฤษฎี 5 ข้อ และแบบคำนวณ 15 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.91 2. ทั้งนี้ กำหนดเกณฑ์ความถูกต้อง 5 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 3 คือ 1. ความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 2. ความสามารถในการระบุหลักการทางฟิสิกส์ 3. ความสามารถในการวางแผน 4. ความสามารถในการหาคำตอบ และ 5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งดัดแปลงมาจาก นันธิญา แก้ววิจิตร [6] ในงานวิจัยนี้ดัดแปลงเฉพาะองค์ประกอบที่ 1 และ 2 เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นที่การเขียนแผนภาพอิสระ อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัยการพัฒนาทักษะการเขียนแผนภาพอิสระของวัตถุของนักเรียนด้วยโปรแกรมแทรคเกอร์ ผู้วิจัยจึงรายงานผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองเฉพาะแบบทดสอบข้อที่เป็นการคำนวณเท่านั้นซึ่งมีทั้งหมด 15 ข้อ

วิธีการเก็บตัวอย่าง

1. ทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบวัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ จำนวน 20 ข้อ

2. จัดการเรียนรู้วิธีการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์วิดีโอแทรคเกอร์เบื้องต้นให้แก่นักเรียน เพื่อสร้างความคุ้นเคย รวมถึงอภิปรายข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดสอบให้แก่นักเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยประมาณ โดยวิดีโอที่ใช้จะนำมาจากทั้งในสื่อต่าง ๆ และที่นักเรียนบันทึกด้วยตัวเอง



ภาพที่ 1. ตัวอย่างผลงานการฝึกติดตามวัตถุในการเคลื่อนที่หนึ่งมิติของนักเรียน

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ ใช้ระยะเวลา 6 คาบ คาบละ 50 นาที เก็บรวบรวมคะแนนระหว่างการจัดการเรียนรู้จากการประเมินจากการทดลองและแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

4. ทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบวัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ จำนวน 20 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยหาค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้ระหว่างการจัดการเรียนรู้กับคะแนนหลังการเรียนรู้โดยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งกลุ่ม จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80

2. การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติค่าที (t-test for dependent samples) ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ตารางที่ 4 คะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ จำนวน 15 ข้อที่เป็นแบบอัตนัยที่เน้นการคำนวณ คะแนนแต่ละข้อเต็ม 10 คะแนน

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
คะแนนก่อนเรียน	1.44	1.83	0.61	1.33	1.11	1.06	1.94	2.39	1.94	2.78	1.56	2.28	1.78	1.22	1.72
คะแนนหลังเรียน	6.39	5.94	7.61	6.94	6.72	6.67	7.56	5.78	6.56	4.67	4.72	5.72	5.78	7.22	6.83

ตารางที่ 5 ผลการคำนวณทางสถิติเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ จำนวน 15 ข้อ

ค่า/ประเภทคะแนน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t-test	Sig.
คะแนนก่อนเรียน	1.65	0.51	13.39*	0.00
คะแนนหลังเรียน	6.64	0.90		

* P < .05

ตารางที่ 6 คะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนเฉพาะองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2 ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ จำนวน 15 ข้อที่เป็นแบบอัตนัยที่เน้นการคำนวณ

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
คะแนนก่อนเรียน	1.22	0.67	0.11	0.56	0.44	0.61	0.89	0.56	0.72	1.06	0.61	1.00	0.39	0.61	0.83
คะแนนหลังเรียน	3.56	2.33	3.27	2.94	2.67	3.06	2.78	3.39	3.33	2.56	2.72	2.94	3.67	3.44	3.33

ตารางที่ 7 ผลการคำนวณทางสถิติเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนเฉพาะองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2 ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ จำนวน 15 ข้อ

ค่า/ประเภทคะแนน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t-test	Sig.
คะแนนก่อนเรียน	0.65	0.28	16.68*	0.00
คะแนนหลังเรียน	3.03	0.40		

* P < .05

สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ผลประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ทางการ ศึกษาตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยคะแนนระหว่างเรียน (การประเมินการทดลองและแบบฝึกหัดระหว่างเรียน) และหลังเรียน (ผลการเรียนรู้) มีค่าเป็น 88.33 และ 82.61 ตามลำดับ แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่หนึ่งมิติ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์วิดีโอแทรคเกอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพทางการศึกษาเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ร้อยละคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนมีคะแนนที่สูงกว่าร้อยละ 80 ซึ่งสอดคล้องกับ สุภาวรรณ สวนพลอย และคณะ [6] กล่าวว่า โปรแกรมวิดีโอแทรคเกอร์นี้เป็นเครื่องอำนวยความสะดวกในกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางและยังกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้ ด้วยตนเองมากขึ้น

2. เมื่อวิเคราะห์คะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่หนึ่งมิติ จำนวน 15 ข้อที่เป็นแบบอัตนัยที่เน้นการคำนวณ คะแนนแต่ละข้อเต็ม 10 คะแนน จากตารางที่ 4 และ 5 พบว่า

คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมากกว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนในทุกข้อ โดยคะแนนรวมเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.65 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 คะแนนรวมเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 6.64 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.90 ซึ่งจะพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเข้าใกล้ 1 จึงไม่อาจสรุปได้ว่าคะแนนที่เพิ่มขึ้นมานั้นเป็นผลมาจากนักเรียนมาความสามารถในการเขียนแผนภาพอิสระได้ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์เฉพาะองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2 ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและความสามารถในการระบุหลักการทางฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับการเขียนแผนภาพอิสระ ผลแสดงดังตารางที่ 6 และ 7 พบว่า คะแนนหลังเรียนมีค่ามากกว่าคะแนนก่อนเรียน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของห่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 0.28 และ 0.40 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนได้รับการสอนโดยมีโปรแกรมแทรคเกอร์เป็นเครื่องมือในการดำเนินการสอนทำให้สามารถเขียนแผนภาพอิสระได้ดีขึ้น จากผลการคำนวณค่า t-test ยังแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ว่านักเรียนคะแนนดีขึ้นและมีความสามารถในการเขียนภาพแผนอิสระดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญน้อยกว่า .05

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่สนับสนุนสถานที่และเวลารวมถึงผลักดันให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จได้ด้วยดี และขอขอบคุณนักเรียนอาสาสมัครจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่ร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] รัตนาภรณ์ ริยะป่า. (2550). *การศึกษาเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน*. ลำพูน: โรงเรียนเทศบาลจามเทวี.

[2] อัศวรัฐ นามะกันคำ. (2550). *การเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, บัณฑิตวิทยาลัย, สาขาวิชาการสอนฟิสิกส์.

[3] Redish, E.F. (1994). Implication of cognitive studies for teaching physics. *American journal of Physics*, 62(6), 796-803.

[4] McDermott, L. C. (1990). A perspective on teacher preparation in physics and other science: The need for special science course for teacher. *American Journal of Physics*, 58(8), 743-742.

[5] ศุภวัฒน์ วิสิฐศิริกุล. (2560). การพัฒนาทักษะการเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุด้วยชุดกระดานแม่เหล็ก. *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร 22 ธันวาคม 2560* (น.652-657). กำแพงเพชร: ผู้แต่ง.

[6] นันธิญา แก้ววิจิตร. (2563). *ผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา.

[6] สุรัตน์ กาบทุม. (2562). *การเคลื่อนที่ของฟองอากาศภายใต้อิทธิพลของความหนืดของของไหลและการสั่นสะเทือน สำหรับการสอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, บัณฑิตวิทยาลัย, สาขาวิชาการสอนฟิสิกส์.

[7] สุภาวรรณ สวนพลอย, วัฒนะ รัมมะเอ็ด, และอารยา มุ่งชำนาญกิจ. (2558). การใช้โปรแกรมวิเคราะห์วิดีโอแทรคเกอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบคาบเพื่อเพิ่มผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรณีศึกษาของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2558* (น.1293-1299). ปทุมธานี: ผู้แต่ง.