การพัฒนาชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ใน การสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์

วันที่รับบทความ	21/08/2560
วันแก้ไขบทความ	15/07/2560
วันตอบรับบทความ	19/11/2562

อุดมศักดิ์ กิจทวี[1] ชาติ ทีฆะ[2]
จิราภรณ์ พงษ์โสภา[3] ตระกูล รัมมะฉัตร[4]
วัฒนะ มากชื่น[5] รังสันต์ จอมทะรักษ์[6]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้งก่อนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งภายในและระหว่าง(กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง) 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มทดลองต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 1 ในรายวิชาฟิสิกส์ทั่วไป จำนวน 117 คน (กลุ่มควบคุม 51 คน และ กลุ่มทดลอง 66 คน) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ แบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยมีดังนี้ 1. ชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์โดยใช้รางสแตนเลสเพื่อความทนทาน พร้อมวัตถุกลิ้ง 4 ชิ้น 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ในกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ของผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แสดงว่าชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์มีส่วนช่วยพัฒนาความรู้ผู้เรียน 3. ผู้เรียนให้ความพึงพอใจเฉลี่ยของกลุ่มทดลองในระดับมากในทุกข้อ (คะแนนเฉลี่ย 3.84)กับการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์

คำสำคัญ : การเคลื่อนที่แบบกลิ้ง การสอน การสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
อีเมล : udomsak_kit@dusit.ac.th

[2] อาจารย์ ดร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

[3] สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

[4] สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

[5] สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

[6] สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

The Development of a Rolling Motion Experiment Kit for an Interactive Lecture Demonstration.

Received	21/08/2560
Revised	15/07/2560
Accepted	19/11/2562

Udomsak Kitthawee[1] Chat Teeka[2]
Jiraporn Pongsopa[3] Trakool Rammachat[4]
Wattana Markchuen[5] Rangsan Jomtarak[6]

Abstract

This research aimed to: 1) develop a rolling motion experiment kit for an interactive lecture demonstration, 2) compare the achievement scores on pre-test and post-test of controlled and treatment groups, and 3) study the satisfaction of the experimental groups toward the developed rolling motion experiment kit for an interactive lecture demonstration. The sample were 117 students of Faculty of Science and Technology, enrolled for the general physics course (51 students in controlled group and 66 in treatment group). The tools used in this research were the rolling motion experiment kit for an interactive lecture demonstration, pre-test and post-test, and the satisfaction survey. The results showed that; 1) the rolling-motion experiment kit was built from durable stainless steel with 4 rolling objects. 2) The pre-test and the post-test results of the controlled group showed no significant difference ($p=0.36$), but a significant difference was found between the pre-test and the post-test results of the treatment group ($p=0.00$). In addition, when compared the post-test results of the treatment group to those of the controlled group, a significant improvement was observed ($p=0.00$), which implied that the developed kit improved the knowledge of students. 3) The satisfaction level towards the rolling motion experiment kit was high (3.84).

Keywords: rolling motion, teaching, Interactive Lecture Demonstration (ILD)

[1] Assistant Professor, Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University
e-mail: udomsak_kit@dusit.ac.th

[2] Lecturer, Ph.D., Faculty of Science and Technology, Suan Dusit Unviersity

[3] Education Program in Physics, Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University

[4] Education Program in Physics, Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University

[5] Education Program in Physics, Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University

[6] Education Program in Physics, Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University

_____ 13 _____ 2 _____-_____ 2562.indd 76 23/12/2562 9:51:43

บทนำ

การศึกษา ความเข้าใจแนวคิด (conceptual understanding) เกี่ยวกับหลักการทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากนักวิจัยทางด้านฟิสิกส์ศึกษาและนักฟิสิกส์เพราะงานวิจัยเหล่านี้สามารถอธิบายถึงสาเหตุและที่มาของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (misconceptions) ของผู้เรียน (Pejuan et al, 2012, pp. 669-685; Risch, 2014, pp.1-4) ผู้สอนสามารถนำ ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปใช้ในการวางแผนการสอนหรือพัฒนาเทคนิคการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในหลักการทางฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้อง โดยมุ่งเน้นการพัฒนาความเข้าใจ แนวคิดในเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้ง (Rimoldini & Singh, 2005: 1-9; Mungan, 2012, pp.274-287; 2012, pp.288-292)

ในหนังสือเรียนและตำราฟิสิกส์ที่ใช้ประกอบการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานมักจะได้รับการอธิบายเรื่องการเคลื่อนที่แบบกลิ้งไม่ละเอียด ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ จึงมีงานวิจัยที่ศึกษาและอธิบายหลักการฟิสิกส์ในสถานการณ์เกี่ยวกับการกลิ้งที่แตกต่างออกไปจากที่ปรากฏในหนังสือหรือตำราฟิสิกส์ (Jewett & Serway, 2010, p.1440) อีกทั้งยังมีการยกตัวอย่างการกลิ้งบนพื้นผิวเอียงเปรียบเทียบกับการไถลของวัตถุทรงเหลี่ยมบนพื้นผิวเอียงว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบกลิ้งเปรียบเทียบกับการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Rimoldini & Singh, 2005, pp. 1-9) การยกตัวอย่างเหตุการณ์ในภาพยนตร์เกี่ยวข้องกับการหมุนพร้อมอธิบายความเป็นไปได้ตามความจริงก็สามารถให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าใจได้ง่ายขึ้น (Mungan & Emery, 2011, pp. 266-271) การสร้างปัญหาที่น่าสงสัยเช่น การที่มีวัตถุ 2 ชิ้นเชื่อมกันด้วยสปริงเมื่อไถลลงมาจากพื้นเอียงจะมีลักษณะการไถลสัมพันธ์กันอย่างไร (Mungan, 2012: 274-287; Mungan, 2012, pp.288-292)

งานวิจัยทางด้านฟิสิกส์ศึกษาจำนวนมากมุ่งเน้นการสำรวจความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับหลักการทางฟิสิกส์พื้นฐาน เช่น กลศาสตร์เชิงเส้น ความร้อนและเทอร์โมไดนามิกส์ ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้น ในส่วนการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งมีงานวิจัยทางด้านฟิสิกส์ศึกษาที่เกี่ยวกับการกลิ้งโดยงานที่โดดเด่นมาจาก Rimoldini และ Singh (2005, pp.1-9) และ Mungan และคณะ (2011, pp. 266-271; 2012, pp.274-287; 2012, pp.288-292) ได้ศึกษาความเข้าใจของนักศึกษาที่มีต่อเรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุนและการกลิ้ง และ พบว่านักศึกษาจำนวนมากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่คล้ายกันตัวอย่างเช่น บทบาทของแรงเสียดทานที่มีต่อวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่แบบกลิ้ง เป็นต้น

เทคนิคในการสอนในเรื่องต่างๆก็เป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ ในสาขาวิชาภาษาอังกฤษและคณิตศาสตร์ก็ยังมีการใช้เทคนิคการสอนในลักษณะแบบร่วมมือในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ศรัณย์รัชต์ ศุภรณ์พานิช, 2556, pp. 32-41 และ วันเพ็ญ รังคพุทธมานะ, 2559, pp.22-34) ส่วนความเข้าใจในหัวข้อการกลิ้งจำเป็นต่อการนำไปต่อยอดในสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ แต่จากการวิจัยที่มีจำนวนน้อย ทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือสาเหตุที่เป็นอุปสรรคของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ในเรื่องการกลิ้ง ยังมีข้อมูล

_____ 13 _____ 2 _____-_____ 2562.indd 77 23/12/2562 9:51:43

ไม่มากนัก จึงทำให้การปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนด้วยการปรับปรุงแผนการสอนรวมถึงการสร้างเครื่องมือเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอนมีน้อยตามไปด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาชุดการทดลองสำหรับใช้ประกอบการบรรยายสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้ง และการนำไปประกอบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ภายในและระหว่าง (กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง)
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มทดลองต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนรายวิชาฟิสิกส์ทั่วไปของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และทำการเลือกตัวอย่างโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนรายวิชาฟิสิกส์ทั่วไปในเทอม 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 117 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 51 คน และ กลุ่มทดลอง 66 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผ่านขั้นตอนกระบวนการพัฒนาชุดทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้ง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1) ชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์

2.2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

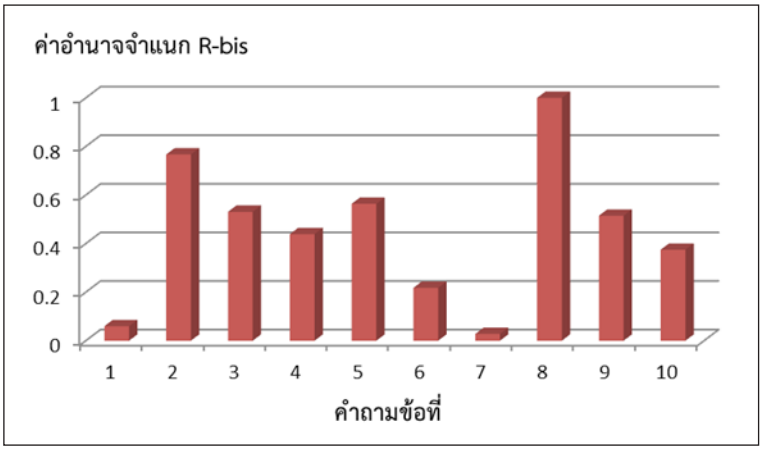
2.2.1) แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้ง โดยมีผลการวิเคราะห์รายข้อของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ค่าดัชนีความยาก (P) ของแบบทดสอบมีค่าความยากส่วนมากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.16 – 0.4 ซึ่งแสดงถึงระดับความยากของแบบทดสอบโดยรวมค่อนข้างยาก แต่มีข้อ 7 ที่มีค่าความยาก 0.957 ซึ่งเป็นค่าที่ง่ายมาก

_____ 13 _____ 2 _____-_____ 2562.indd 78 23/12/2562 9:51:43

จากผลทางสถิติค่าอำนาจจำแนกแบบ R-bis (ภาพที่ 1) แสดงให้เห็นถึงการตอบแบบทดสอบของนักศึกษาระหว่างกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำสามารถจำแนกกันได้อย่างชัดเจน เนื่องจากค่าอำนาจจำแนกแบบ R-bis มีค่าสูงคือมีค่ามากกว่า 0.2 ขึ้นไปเกือบทุกข้อ ยกเว้นข้อที่ 1 และ 7 ที่มีอำนาจจำแนกต่ำคือ มีค่า 0.06 และ 0.028 ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าอำนาจจำแนกแบบ D

จากการวิเคราะห์ภาพรวมระหว่างดัชนีความยาก (P) และ ค่าอำนาจจำแนกแบบ R-bis และแบบ D พอจะสรุปได้ว่า แบบทดสอบส่วนใหญ่ถือว่ายากพอเหมาะจนถึงค่อนข้างยาก และมีค่าอำนาจจำแนกพอใช้ ถึง ค่าอำนาจจำแนกดีมาก เช่น ข้อ 9 เป็นข้อสอบค่อนข้างยากและค่าอำนาจจำแนกดี ยกเว้นข้อ 1 ที่เป็นข้อสอบยากมากและค่าอำนาจจำแนกต่ำ และ ข้อ 7 ที่เป็นข้อสอบง่ายมากและค่าอำนาจจำแนกต่ำ

ความแม่นยำแบบทดสอบ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบเพื่อหาความแม่นยำ (Reliability) ของแบบประเมินด้วยค่าดัชนีความแม่นยำของ Kuder – Richardson – 20 จากการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างได้ค่าดังนี้ KR-20 = 0.013 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเห็นว่าแบบทดสอบมีความแม่นยำและเชื่อมั่นน้อย ผลการทดสอบแสดงค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำน่าจะเป็นเพราะความสามารถรับรู้ของผู้เรียนเองที่มีความหลากหลาย และอาจเป็นเพราะว่าการทดสอบครั้งนี้ไม่มีผลต่อคะแนนของนักศึกษาทำให้นักศึกษาไม่ตั้งใจทำข้อสอบ



ภาพที่ 1 ค่าอำนาจจำแนก R-bis รายข้อ

2.2.2) แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้ง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยในชั้นเรียน ในการเก็บข้อมูลใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้ง ชั้นปีที่ 1 จำนวน 117 ชุด แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 51 ชุด และ กลุ่มทดลอง

66 ชุด ซึ่งทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจะทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเหมือนกัน หลังจากนั้นกลุ่มควบคุมจะดำเนินการสอนโดยบรรยายเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้ง แล้วทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ในส่วนกลุ่มทดลองจะดำเนินการสอนแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งร่วมกับชุดทดลอง แล้วทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และทำแบบประเมินวัดความพึงพอใจ โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป ในเทอม 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 5 ตอนเรียน รวม 117 คน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยคะแนนเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละใช้เพื่อหาค่าร้อยละของคำตอบ และ t–test แบบ dependent ใช้เพื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม และ t-test แบบ independent ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}}; \quad df = n-1$$

เมื่อ D แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

n แทน จำนวนคู่ของคะแนน

4.2) ความพึงพอใจ วิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มทดลองต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละ ลักษณะของแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ 5 คะแนน ระดับความพึงพอใจมากที่สุด จนถึง 1 คะแนน ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

สรุปการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่บนพื้นเอียงโดยไม่ไถลสามารถเขียนเป็นสมการการเคลื่อนที่ได้ว่า

$$mg\sin\theta - f = ma \qquad (1)$$

โดย m = มวลของวัตถุที่อยู่บนพื้นเอียง (kg)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)

θ = มุมเอียงของพื้นเอียงที่กระทำกับแนวระดับ

f = แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวของวัตถุกับพื้นเอียง (N)

a = ความเร่งของวัตถุเมื่อเคลื่อนที่ (m/s^2)

กรณีวัตถุทรงกระบอกตัน

โมเมนต์ความเฉื่อย (I) = $\frac{1}{2}mr^2$ (2)

โดย m = มวลของวัตถุ (kg)

r = รัศมีของวัตถุ (m)

เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่แบบหมุนด้วยน้ำหนักของตนเองโดยไม่ไถลเกิดจากทอร์ก(τ) ของวัตถุตามสมการ

$$\tau = I\alpha$$

โดย α = ความเร่งเชิงมุม (rad/s^2)

ดังนั้น $fr = I\alpha$

หรือ $fr = I\,a/\square$ (3)

เมื่อแทนสมการ 2 และ 3 ลงในสมการ 1 จะได้ว่า

$$mg\sin\theta - \frac{1}{2}mr^2\frac{a}{r^2} = ma$$

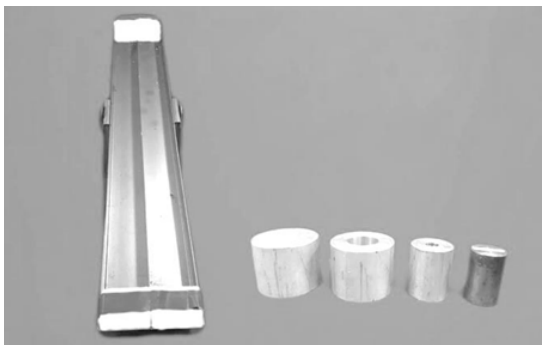
$$a = \frac{2}{3}g\sin\theta$$

หรือกรณีวัตถุทรงกระบอกตัน $a = 0.67g\sin\theta$ (4)

ในการวิเคราะห์และการนำเสนอและการอภิปรายผลการวิจัยในเรื่อง การพัฒนาชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ โดยกล่าวถึงผลการทดลองของกลุ่มควบคุม(การสอนแบบบรรยาย)และกลุ่มทดลอง(การสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อชุดสาธิตดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์

ชุดทดลองการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้ง (ภาพที่ 2) สร้างจากสแตนเลสทำเป็นตัวรางยาว 1 เมตร อยู่บนแท่นซึ่งสามารถปรับขึ้นลงได้เหมือนไม้กระดกเพื่อปรับมุมในการกลิ้ง



ภาพที่ 2 ชุดการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ โดยหมายเลขที่ 1-4 มีขนาดและน้ำหนักตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปร่าง ขนาด และ มวลของวัสดุที่ใช้ในการกลิ้ง

หมายเลข	ชนิดวัสดุ	รูปร่างวัตถุ	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มิลลิเมตร)	มวล (กรัม)
1	อะลูมิเนียม	ทรงกระบอกตัน	105	1700
2	อะลูมิเนียม	ทรงกระบอกกลวง	105	1300
3	อะลูมิเนียม	ทรงกระบอกกลวง	67	600
4	เหล็ก	ทรงกระบอกตัน	28	1200

ชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ที่ถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อแสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงปรากฏการณ์การกลิ้งของวัตถุนั้นว่าไม่ขึ้นกับมวลของวัตถุที่เคลื่อนที่ แต่จะขึ้นอยู่กับรูปร่างของการกลิ้งหรือรูปทรงของวัตถุที่กลิ้งเป็นสำคัญ ซึ่งเห็นผลได้จากการทดลองที่ว่าเมื่อกลิ้งวัตถุรูปร่างเหมือนกันถึงแม้จะมีมวลต่างกัน วัตถุทั้งสองจะถึงปลายทางพร้อมกัน เช่น วัตถุหมายเลข1 มีรูปร่างทรงกระบอกตัน และวัตถุหมายเลข4 มีรูปร่างมีรูปร่างทรงกระบอกตัน ถึงแม้จะมีน้ำหนักและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน แต่จะกลิ้งถึงปลายทางพร้อมกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนได้ใช้แบบทดสอบการเคลื่อนที่แบบกลิ้ง จากตารางที่ 2 ผลข้อมูลคะแนนของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้เห็นปรากฏการณ์จริงและไม่ได้มีการอภิปรายผลการทำนายซึ่งกันและกันเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สังเกตได้จึงทำให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจและได้เห็นจดจำปรากฏการณ์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบการกลิ้งได้ยาก

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ผลข้อมูลคะแนนของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

Mean	Number of student	Average	S.D.	Df	t-test	p value
Pre-test	51	3.22	2.65	50	-0.91	0.36
Post-test	51	3.45	1.69			

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ผลข้อมูลคะแนนของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

Mean	Number of student	Average	S.D.	Df	t-test	p value
Pre-test	66	3.33	1.92	65	-3.09	0.00*
Post-test	66	4.13	1.93			

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

_____ 13 _____ 2 _____-_____ 2562.indd 82 23/12/2562 9:51:46

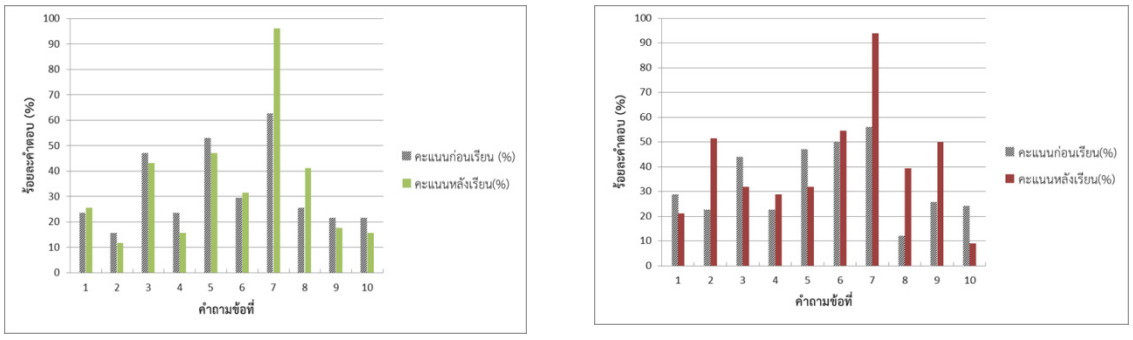
การจดจำปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งจะแสดงผลที่ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งให้ผลข้อมูลคะแนนของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ตารางที่ 3) ซึ่งการใช้เทคนิคการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันและเห็นจริงกับปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งจึงทำให้เกิดความเข้าใจได้ในเวลาอันรวดเร็ว แต่โดยรวมคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนก็ยังไม่สูงนัก(4.13) น่าจะเกิดจากผู้เรียนยังไม่ได้มีเวลาในการนำความรู้ที่ได้กลับไปทำความเข้าใจเพิ่มเติม

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ผลข้อมูลคะแนนของการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

Mean	Number of student	Average	S.D.	Df	t-test	p value
Control	51	3.45	1.69	50	-5.71	0.00*
ILD	51	4.65	1.27			

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 เมื่อทำการวิเคราะห์ผลข้อมูลคะแนนของการทดสอบเฉพาะหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งมีส่วนช่วยทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น



3A กลุ่มควบคุม **3B กลุ่มทดลอง**

ภาพที่ 3 แสดงผลการเรียนก่อน/หลังเรียนของกลุ่มควบคุม(3A) และของกลุ่มทดลอง(3B)

จากภาพที่ 3A แสดงให้เห็นผลสัมฤทธิ์รายข้อก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่ (ข้อ 2, 3, 4, 5, 9 และ 10) มีค่ามากกว่าหลังเรียน แต่มีจำนวนร้อยละความแตกต่างไม่มาก หรือทราบได้จากความไม่แตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์จากการวิเคราะห์ผลข้อมูลคะแนนของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 2) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสอนแบบดั้งเดิมหรือสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวไม่ช่วยให้ผู้

_____ 13 _____ 2 _____-_____ 2562.indd 83 23/12/2562 9:51:47

เรียนมีความเข้าใจทางเนื้อหาและปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์มากเท่าที่ควร จึงทำให้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของผลสัมฤทธิ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากภาพที่ 3B แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์รายข้อหลังเรียนของกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ (ข้อ 2, 4, 6, 7, 8 และ 9) มีค่าร้อยละมากกว่าก่อนเรียน โดยเฉพาะข้อ 2, 8 และ 9 ที่สอดคล้องกับค่าอำนาจจำแนก r-bis ที่สูง จึงพอจะสรุปได้ว่าชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งที่ใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์สามารถทำให้ผู้เรียนเห็นปรากฏการณ์จริงที่เกิดขึ้น และทำให้เข้าใจเนื้อหาและปรากฏการณ์จริงทางการกลิ้งและโมเมนต์ความเฉื่อยมากยิ่งขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญ

3. ผลประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์

ในการวิเคราะห์ผลประเมินความพึงพอใจต่อการวิจัยนี้ กลุ่มทดลอง(การสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์) ทำการประเมินความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 เรื่องบรรยากาศการเรียนรู้ระหว่างทำกิจกรรม ตอนที่ 2 เรื่องคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และตอนที่ 3 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและชุดสาธิตโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 5

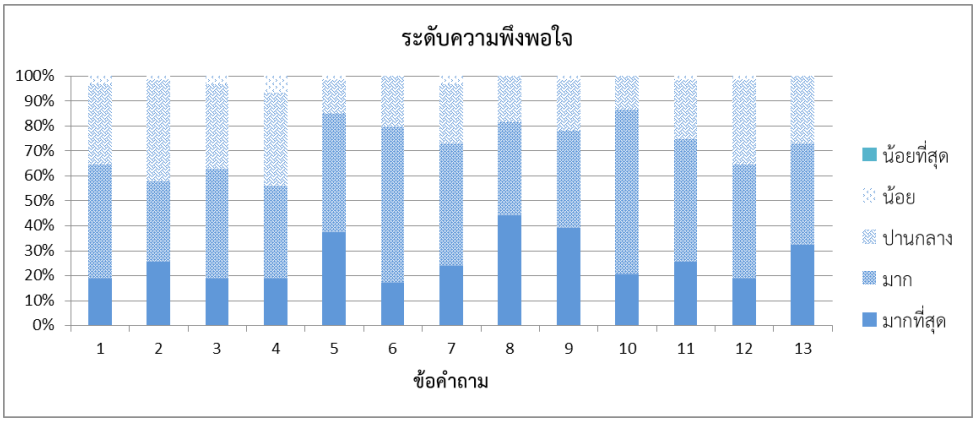
ตารางที่ 5 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งของนักศึกษากลุ่มทดลอง

รายการคำถาม	ระดับความพึงพอใจ	
	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ตอนที่ 1 บรรยากาศการเรียนรู้ระหว่างทำกิจกรรม:ในระหว่างช่วงกิจกรรมข้าพเจ้า.....		
1. มีความกระตือรือร้น และสนุกกับการเรียนมากขึ้น	3.74	มาก
2. มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนมากขึ้น	3.64	มาก
3. มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้สอนมากขึ้น	3.64	มาก
4. มีโอกาสฝึกทักษะการเขียนอธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	3.68	มาก
เฉลี่ยตอนที่ 1	**3.67**	**มาก**
ตอนที่ 2 คุณภาพของชุดสาธิต และใบกิจกรรมโดยภาพรวม		
5. ชุดสาธิตมีความน่าสนใจ และท้าทายการเรียนรู้	3.94	มาก
6. คำถามที่ใช้ในการทำนายผลใช้ภาษาที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	3.85	มาก
7. คำถามที่ใช้ในการทำนายผลช่วยกระตุ้นให้ข้าพเจ้าคิด และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมามากขึ้น	3.80	มาก
8. การแสดงผลของการสาธิตสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน	4.11	มาก

_____ 13 _____ 2 _____-_____ 2562.indd 84 23/12/2562 9:51:47

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งของนักศึกษากลุ่มทดลอง (ต่อ)

รายการคำถาม	ระดับความพึงพอใจ	
	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
9.ชุดสาธิตมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนรู้จากการบรรยาย	4.08	มาก
เฉลี่ยตอนที่ 2	**3.96**	**มาก**
ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชุดสาธิต		
10.กิจกรรมช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการกลิ้ง และโมเมนต์ความเฉื่อย และเห็นสถานการณ์จริงมากขึ้น	3.94	มาก
11.กิจกรรมทั้งหมดช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหาจากการบรรยายมากขึ้น	3.86	มาก
12.ในกิจกรรม ช่วงที่ให้ข้าพเจ้าทำนายผลก่อนที่จะสังเกตผลการสาธิต ช่วยให้ข้าพเจ้าค้นพบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหลักการโมเมนต์ความเฉื่อยของตนเอง	3.75	มาก
13.หลังจากการสาธิต ผู้สอนอภิปราย และสรุปกิจกรรม ช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจหลักการโมเมนต์ความเฉื่อยที่ประยุกต์ใช้ในแต่ละกิจกรรมได้ดีขึ้น	3.93	มาก
เฉลี่ยตอนที่ 3	**3.87**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	**3.84**	**มาก**



ภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละของความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนของกลุ่มทดลอง

ผลจากการสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มทดลอง (การสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์) ต่อกิจกรรมการเรียนการสอน จากจำนวนร้อยละที่กลุ่มทดลองแสดงความคิดเห็น (ภาพที่ 4) พบว่า ผู้เรียนจะให้ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกข้อ ทั้งในด้านบรรยากาศการเรียนรู้ระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน คุณภาพของชุดสาธิตและใบกิจกรรมโดยภาพรวม และความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชุดสาธิต

_____ 13 _____ 2 _____-_____ 2562.indd 85 23/12/2562 9:51:47

เมื่อพิจารณาความพึงพอใจในแต่ละด้านแล้วเห็นว่าในด้านบรรยากาศการเรียนรู้ระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนมากขึ้น มีความพึงพอใจตั้งแต่ระดับมากถึงมากที่สุดรวมกันเป็น 50 % มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้สอนมากขึ้นมีความพึงพอใจตั้งแต่ระดับมากถึงมากที่สุดรวมกันเป็น 60 % และในด้านบรรยากาศการเรียนรู้ระหว่างทำกิจกรรม นักศึกษามีความกระตือรือร้นและสนุกกับการเรียนมากขึ้นมีความพึงพอใจตั้งแต่ระดับมากถึงมากที่สุดรวมกันเป็น 60 % ในด้านคุณภาพของชุดสาธิตและใบกิจกรรมเห็นด้วยว่าชุดสาธิตมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนรู้จากการบรรยายมีความพึงพอใจตั้งแต่ระดับมากถึงมากที่สุดรวมกันเป็น 77 % และที่ดีที่สุดคือ ชุดสาธิตมีความน่าสนใจ และท้าทายการเรียนรู้ มีความพึงพอใจตั้งแต่ระดับมากถึงมากที่สุดรวมกันเป็น 80 % และในด้านความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชุดสาธิต กลุ่มทดลองเห็นด้วยกับประเด็นที่ว่า กิจกรรมช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการกลิ้ง และ โมเมนต์ความเฉื่อย และเห็นสถานการณ์จริงมากขึ้นมีความพึงพอใจตั้งแต่ระดับมากถึงมากที่สุดรวมกันเป็น 80 % โดยเฉพาะหัวข้อประเมินที่ว่า ในกิจกรรม ช่วงที่ให้ข้าพเจ้าทำนายผลก่อนที่จะสังเกตผลการสาธิต ช่วยให้ข้าพเจ้าค้นพบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหลักการโมเมนต์ความเฉื่อยของตนเองมีความพึงพอใจตั้งแต่ระดับมากถึงมากที่สุดรวมกันเป็น 60 % จากการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มทดลองในแต่ละด้าน และ โดยรวม จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ นอกจากสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้แล้ว ยังสามารถทำให้ผู้เรียนจดจำปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงซึ่งมีความสัมพันธ์กับทฤษฎีที่ศึกษามาได้อย่างสอดคล้องกัน

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ มีข้อค้นพบจากการศึกษามีประเด็นสำคัญดังนี้

1. คณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ โดยใช้แผ่นสแตนเลสเป็นราง และใช้ท่อและเพลาโลหะในการกลิ้งทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนว่าวัตถุจะกลิ้งโดยไม่ไถลจะขึ้นอยู่กับค่าความเร่งของวัตถุนั้นๆ หรือนั่นก็คือขึ้นกับรูปร่างของวัตถุเท่านั้น ไม่ขึ้นกับมวลตามที่ผู้เรียนเข้าใจกันก่อนหน้านี้ ซึ่งส่วนใหญ่ผู้เรียนจะเข้าใจว่า ถ้ารูปร่างของวัตถุมีลักษณะเหมือนกัน ดังเช่นเป็นทรงกระบอกตันเหมือนกัน วัตถุชิ้นที่มีมวลมากกว่าจะกลิ้งถึงพื้นก่อนวัตถุชิ้นที่มีมวลน้อย หรือวัตถุรูปทรงกระบอกตันเหมือนกัน วัตถุชิ้นที่มีรัศมีมากกว่ามวลมากกว่าจะกลิ้งถึงพื้นก่อนวัตถุชิ้นที่มีรัศมีน้อยกว่ามวลน้อยกว่า ซึ่งความเข้าใจที่ว่าวัตถุเมื่อมีน้ำหนักมาก หรือวัตถุที่มีรัศมีมากกว่าจะถึงพื้นก่อนนั้นไม่ถูกต้อง โดยชุดการทดลองเห็นเป็นที่ประจักษ์ได้อย่างชัดเจนว่า วัตถุที่มีรูปร่างแบบเดียวกันเช่นรูปร่างทรงกระบอกตัน วัตถุชิ้นที่มีมวลมากกว่าจะกลิ้งถึงพื้นพร้อมกับวัตถุชิ้นที่มีมวลน้อย (วัตถุหมายเลข 1 และ 4 จะถึงพื้นพร้อม

_____ 13 _____ 2 _____-_____ 2562.indd 86 23/12/2562 9:51:47

กัน) หรือวัตถุรูปทรงกระบอกกลวงเหมือนกัน วัตถุชิ้นที่มีรัศมีมากกว่ามวลมากกว่า (วัตถุหมายเลข 2) จะกลิ้งถึงพื้นพร้อมกับวัตถุชิ้นที่มีรัศมีน้อยกว่ามวลน้อยกว่า (วัตถุหมายเลข 3) เพราะการเคลื่อนที่แบบกลิ้งจะขึ้นอยู่กับค่าความเร่งของวัตถุเท่านั้น หรือขึ้นอยู่กับ โมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุนั้นๆ (สมการที่ 4)

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในส่วนคะแนนการตอบคำถามก่อนเรียนและหลังเรียนในแบบทดสอบการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าในค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 จึงทำให้เห็นว่าชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์สามารถพัฒนาความรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งกับผู้เรียนได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ (สุระ วุฒิพรหม และ ฉวีวรรณ ชัยวัฒนา, 2554, หน้า 39-47 ; Jairuk, 2007, p.160 ; รุจิรา ราชรักษ์ และ โชคศิลป์ ธนเฮือง, 2558, หน้า 389-395) ที่ได้ทำการวิจัยโดยใช้เทคนิคการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ กับเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ได้มากขึ้นกว่า การบรรยายเพียงอย่างเดียว

3. ผลการประเมินความพึงพอใจ ชุดทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลิ้งเพื่อใช้ในการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ พบว่าผู้เรียนให้ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจเฉลี่ยมากในทุกข้อ ไม่ว่าจะเป็นด้านบรรยากาศการเรียนรู้ระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านคุณภาพของชุดสาธิตและใบกิจกรรม และความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชุดสาธิตมีความพึงพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย มัทยาภรณ์ รังษีคาร และสาคร อัฒจักร (2559, หน้า 657-671); กมลทิพย์ บริบูรณ์ และ กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา (2558, หน้า 1996-2005) ที่กล่าวว่า การใช้เทคนิคการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ ในการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ จะให้ผู้เรียนมีความสนใจและพึงพอใจต่อความรู้ที่ได้รับในระดับมากขึ้นไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบกลิ้งเพื่อใช้สำหรับการสอนบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์ ให้มีน้ำหนักน้อยลงและควรออกแบบให้ขนย้ายสะดวกขึ้นเพื่อสามารถเคลื่อนย้ายไปตามห้องบรรยายได้ง่ายขึ้น รวมถึงอาจจะมีการปูวัสดุกันกระแทกเพิ่มเติมเพื่อลดเสียงและเพิ่มความปลอดภัย ควรเพิ่มรูปร่างของวัตถุ ชนิดของวัสดุ และเปรียบเทียบการกลิ้งโดยการจับคู่วัตถุในหลายๆลักษณะที่ชัดเจน เพื่อให้ผลที่ว่ามวล และ ขนาดไม่มีผลต่อการกลิ้ง

2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์กับการสอนวิธีอื่นๆที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนซึ่งนำไปสู่การนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับเรื่องอื่นๆ ต่อไป

3. ควรนำชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบกลิ้งไปใช้กับรูปแบบการเรียนการสอนแบบอื่นๆ

4. ควรพัฒนาชุดการทดลองให้สามารถปรับหรือประยุกต์ใช้ในการเรียนฟิสิกส์ ในหัวข้ออื่นๆเช่น แรงเสียดทาน ขนาดของมุมที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ เป็นต้น

_____ 13 _____ 2 _____-_____ 2562.indd 87 23/12/2562 9:51:47

บรรณานุกรม

กมลทิพย์ บริบูรณ์ และ กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5. **การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34 มหาวิทยาลัยของแก่น จังหวัดของแก่น.** หน้า 1996- 2005.

พรรัตน์ วัฒนกสิวิชช์. (2555). การสาธิตประกอบการบรรยายเชิงปฏิสัมพันธ์. **วารสารฟิสิกส์ไทย**, 28(4), หน้า 29-33.

มัทยาภรณ์ รังษีคาร และสาคร อัฒจักร. (2559). การพัฒนาการเรียนรู้แบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์โดยใช้ชุดกิจกรรมเรื่องงานและพลังงานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความฉลาดทางสังคมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** ปีที่ 10 (พิเศษ), หน้า 657-671.

รุจิรา ราชรักษ์ และ โชคศิลป์ ธนเฮือง. (2558). การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 ปี 2558**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. หน้า 389-395.

วันเพ็ญ รังคพุทธมานะ. (2559). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี**. 10(1), หน้า 22-34.

ศรัณย์รัชต์ ศุภรณ์พานิช. (2556). การพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเขียนภาษาอังกฤษเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี**. 7(2), หน้า 32-41.

สุระ วุฒิพรหม และ ฉวีวรรณ ชัยวัฒนา. (2554). การบรรยายเชิงปฏิสัมพันธ์วิชาฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**, *2*(1), หน้า 39-47.

Jewett, Jr W. & Serway, R.A. (2010). **Physics for Scientists and Engineers with modern physics.** 8th edition. USA: Brooks/Cole: 1440.

Mungan, C. E. (2012). Conceptual and laboratory exercise to apply Newton's second law to a system of many forces. **Physics Education**, 47(3), pp.274-287.

Mungan, C. E. (2012). Rolling friction on a wheeled laboratory cart. **Physics Education**, *47*(3), pp.288-292.

_____ 13 _____ 2 _____-_____ 2562.indd 88 23/12/2562 9:51:47

Mungan, C.E., & Emery, J.D. (2011). Rolling the Black Pearl over: Analyzing the physics of a movie clip. **Physics Teacher**, 49, pp.266-271.

Mungan, C.E., & Lipscombe, T.C. (2014). Dropping a particle out of a roller coaster. **European Journal of Physics**, 35(4), pp.1-9.

Pejuan, A., Bohigas, X., Jaen, X., & Periago, C. (2012). Misconceptions about sound among engineering students. **Journal of Science Education and Technology,** 21: 669-685.

Rimoldini, L.G & Singh, C. (2005). Student understanding of rotatonal and rolling motion concepts. **Physical Review Special Topics–Physics Education Research**, 1: 1-9.

Risch, M. R. (2014). Investigation about representations used in teaching to prevent misconceptions regarding inverse proportionality. **International Journal of STEM Education**: 1-4.

Jairuk, U. (2007). **The use of interactive lecture demonstrations in force and motion to teach high school–level physics.** Master Thesis: Mahidol University. 160 pp.

_ 13 2 -2562.indd 89 23/12/2562 9:51:47