



การสร้างและพัฒนาชุดการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติโดยใช้สมาร์ตโฟนในการวัด

The Construction and Development of the Experiment on One-Dimension Collision Set by Using Smartphone for Measurement

ชลพัชร เพชรพลอยนิน^{1*} เกริก ศักดิ์สุภาพ² และ พงษ์แก้ว อุดมสมุทรศิริ²

Chonpatchara Phetploysin^{1*} Krirk Saksuparb² and Pongkaew Udomsamuthirun²

¹ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

²กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹Department of Physics, Faculty of science, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

²Science Department, Srinakharinwirot University Prasarnmit Demonstration Secondary School, Bangkok, Thailand

*Corresponding author, E-mail: pongkaew@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาชุดการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติเพื่อศึกษาผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน ผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน การคล รวมถึงปรากฏการณ์การชนที่เกิดขึ้น ประกอบด้วยช่วงก่อนการชน ระหว่างการชน และหลังการชน โดยใช้สมาร์ตโฟนที่ได้รับการติดตั้งฟรี โมบายแอปพลิเคชัน SPARKVue เพื่อบันทึกข้อมูลความเร็วและเวลาในการเคลื่อนที่ของสมาร์ตโฟน ซึ่งชุดการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติประกอบด้วยรถทดลองสองคันที่ติดตั้งสมาร์ตโฟน รางอลูมิเนียมโปรไฟล์ และฟองน้ำ ทำการทดลองโดยการผลักรถทดลองคันหนึ่งซึ่งติดฟองน้ำให้ไปชนกับรถทดลองอีกคันหนึ่งที่อยู่นิ่งบนราง

ผลการทดลองพบว่า ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชนมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.527 กิโลกรัม·เมตรต่อวินาที และ 0.494 กิโลกรัม·เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยมีร้อยละความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 6.26 ในส่วนของการคลของรถทดลอง A เท่ากับ -0.398 กิโลกรัม·เมตรต่อวินาที และการคลของรถทดลอง B เท่ากับ 0.369 กิโลกรัม·เมตรต่อวินาที เมื่อพิจารณาเพียงขนาดของการคล พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน โดยขนาดของการคลมีค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.07

คำสำคัญ: ชุดทดลองการชนในหนึ่งมิติ สมาร์ตโฟน การคล

Abstract

The purpose of this research was to construct and to develop the experiment on one-dimension collision set for calculating the total linear momentum before and after collision and to learn about collision phenomenon before



collision, between collision and after collision by using smartphones where a free mobile application, SPARKVue, was installed for data measurement. The experiment on one-dimension collision set comprised two experimented cars with smartphones, aluminium profile rail and sponge. An experimented car (Car A) with a piece of sponge on the left was pushed by hands to collide with another experimented car (car B) resting on the rail.

The result from the experiment shows that the total linear momentum before and after the collision values are $0.527 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ and $0.494 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, respectively. The discrepancy between them is 6.26%. The impulse of car A value is $-0.398 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, and the impulse of car B value is $0.369 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. Considering only quantity of the impulse, it is shown that the discrepancy between the impulse of car A and car B is only 0.07%.

Keywords: One Dimension Collision Set, Smartphone, Impulse

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีความก้าวหน้าและมีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต รวมถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่ถูกพัฒนาให้มีความฉลาด เทคโนโลยีเหล่านี้ล้วนอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้อย่างมาก (นิคม คิชฐกุล และพรจิต ประทุมสุวรรณ, 2561) แต่เทคโนโลยีที่สามารถเข้าถึงได้มากที่สุดคือ สมาร์ทโฟน ซึ่งส่วนใหญ่ทุกคนมีสมาร์ทโฟนใช้เป็นคนเอง (ภัทริยา อินทร์โทโล่, 2561) ข้อมูลการใช้โทรศัพท์มือถือ ประจำปี 2561 รายงานว่า คนไทยใช้โทรศัพท์มือถือถึงร้อยละ 89.6 โดยเป็นการใช้สมาร์ทโฟนร้อยละ 69.6 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2562) ผสมกับการศึกษาในปัจจุบัน สมาร์ทโฟนเข้ามามีบทบาทอย่างมาก ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นการสืบค้นข้อมูลความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา การเรียนผ่านระบบออนไลน์ เป็นต้น อีกทั้งสมาร์ทโฟนเป็นเครื่องมือสื่อสารที่เปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์พกพาที่สามารถเชื่อมต่อความสามารถหลัก อย่างเช่น เซนเซอร์ต่างๆ ที่ถูกติดตั้งในสมาร์ทโฟนกับแอปพลิเคชันได้ (ศิริพร น้อยอำคา, 2562) ทำให้มีแอปพลิเคชันมากมายที่ให้บริการจากระบบปฏิบัติการ ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ทั้งที่มีค่าใช้จ่ายและไม่มีค่าใช้จ่าย (นาฏดา เรืองชาญ และคณะ, 2561) ดังเช่นงานวิจัยสาขาฟิสิกส์ที่ใช้สมาร์ทโฟนโดยอาศัยเซนเซอร์วัดความเข้มแสงและเซนเซอร์วัดการเปลี่ยนแปลงของมุม เพื่อใช้ในการศึกษาโพลาริเซชันของแสงและกฎของมาลุส จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าเป็นไปตามกฎของมาลุส (อาทิตย์ หมวดคงจันทร์ และคณะ, 2561) งานวิจัยสาขาเคมีที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับแอปพลิเคชันตารางธาตุเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และโดยใช้แอปพลิเคชันตารางธาตุในการศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ เมื่อสัมผัสสัญลักษณ์ธาตุต่างๆ จะปรากฏรูปภาพแสดงถึงการนำธาตุไปใช้ประโยชน์ วิถีทัศน์แสดงแนวโน้มสมบัติของธาตุ เช่น ขนาดอะตอม มวลอะตอม รัศมีอะตอม พลังงานไอออไนเซชัน เป็นต้น ซึ่งใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มแข่งขันและแบบต่อบทเรียน จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (นุชจิรา แดงวันดี และคณะ, 2561) นอกจากนี้งานวิจัยสาขาชีววิทยามีการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยแอปพลิเคชันนี้ประกอบด้วย เนื้อหา



คำอธิบายรูปภาพ เกม แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจจากการใช้แอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมากที่สุด (ปิยนันท์ ปานนัม และคณะ, 2559) งานวิจัยเหล่านี้ล้วนนำสมาร์โฟนที่ติดตั้งฟรี โฆษณาแอปพลิเคชันมาเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น สามารถช่วยพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (สายสมร เกลยภักดี และคณะ, 2562) นอกจากนี้สมาร์โฟนยังเหมาะสำหรับนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้อีกด้วย (Streepey, 2013)

การทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติเป็นการทดลองเพื่อศึกษาโมเมนตัม การคล การชนแบบยืดหยุ่น การชนแบบไม่ยืดหยุ่น รวมถึงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม กิจกรรมการทดลองในหนังสือรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ เพื่อศึกษาผลรวมของโมเมนตัมจากการชนของรถทดลองในหนึ่งมิติ ก่อนการชนและหลังการชน ทำการทดลองโดยให้วัตถุเคลื่อนที่ผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา โดยคิดแถบกระดาษไว้กับรถทดลอง เครื่องเคาะสัญญาณเวลาจะทำเครื่องหมายบนแถบกระดาษเมื่อรถทดลองมีการเคลื่อนที่ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณขนาดของความเร็วและคำนวณผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ในบางครั้งการทำงานของเครื่องเคาะสัญญาณในชุดทดลองเกิดการเคาะซ้ำ หรือเคาะข้ามในแต่ละจุด มีผลทำให้การกระจัดและเวลาที่วัดได้โดยเครื่องเคาะสัญญาณอาจมีความคลาดเคลื่อน (สมพร บัวประทุม, 2562) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติที่ใช้รางลม (Air Track) เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างวัตถุกับพื้นราบ โดยใช้ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นการทดลองการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น โดยใช้ชดเชวโซลินอยด์และแม่เหล็กตามลำดับระหว่างรถทดลองทั้งสองคัน เพื่อกำหนดหาผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชนตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (Saphet และคณะ, 2017) โดยการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการทดลองที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับอุดมศึกษา ซึ่งเป็นทดลองและคำนวณความเร็วก่อนการชนและหลังการชนเท่านั้น แต่สิ่งที่ยังขาดอยู่คือ ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์และปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกิดในระหว่างการชนได้ ไม่ว่าจะเป็น ความเร็วในระหว่างการชน แรงคล การคล เป็นต้น ดังนั้นการนำสมาร์โฟนเข้ามาเป็นตัวช่วยในการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติจึงเป็นตัวเลือกที่ดี เนื่องจากสมาร์โฟนมีเซนเซอร์วัดความเร็วรวมถึงมีการใช้ฟรี โฆษณาแอปพลิเคชันมาช่วยในการบันทึกข้อมูล ดังเช่นงานวิจัยที่ใช้สมาร์โฟนเพียงสองเครื่องในการทดลอง ซึ่งสมาร์โฟนดังกล่าวติดตั้งฟรี โฆษณาแอปพลิเคชัน จากงานวิจัยนี้สามารถคำนวณผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชนรวมถึงสามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นในระหว่างการชน (de Jesus & Sasaki, 2016)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างและพัฒนาชุดการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติเพื่อศึกษาผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชน รวมถึงปรากฏการณ์การชนที่เกิดขึ้น ประกอบด้วย ช่วงก่อนการชน ระหว่างการชน และหลังการชน โดยใช้สมาร์โฟนที่ได้รับการติดตั้งฟรี โฆษณาแอปพลิเคชันเพื่อบันทึกข้อมูลความเร็วและเวลาในการเคลื่อนที่ของสมาร์โฟน



2. วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างและพัฒนาชุดการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติโดยใช้สมาร์ทโฟนสำหรับศึกษาผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชน การคล ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาหนังสือรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และทราบถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นของการชน ประกอบด้วย ก่อนการชน ระหว่างการชนและหลังการชน

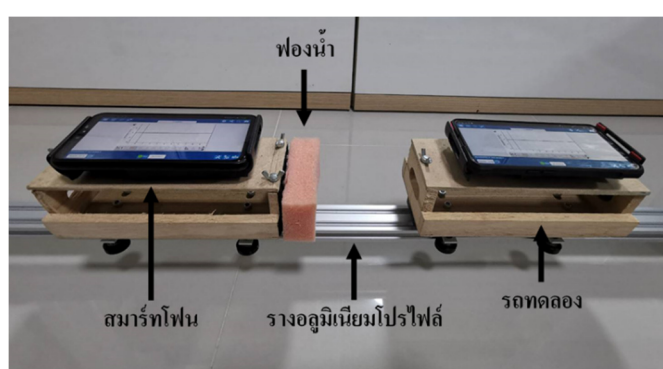
3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ชุดการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ดังรูปที่ 1 ประกอบด้วย รถทดลอง รางอลูมิเนียมโปรไฟล์ และสมาร์ทโฟน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1.1 รถทดลอง ประกอบด้วย รางอลูมิเนียมโปรไฟล์ซึ่งถูกดัดแปลงเพื่อให้สามารถล้อสมาร์ทโฟนได้ ติดแถบกาวยืดติดด้านหน้าตัวสไลด์ทั้งสองตัว และติดฟองน้ำกับแถบกาวยืดติดเพื่อสะดวกในการใช้งาน

3.1.2 รางอลูมิเนียม 1.5 เมตร ขารางอลูมิเนียมเป็นขาตั้งสำหรับปรับความเอียงความตรงของราง และรองรับแรงสั่นเมื่อทำการทดลอง

3.1.3 สมาร์ทโฟนที่มีเซนเซอร์วัดความเร็ว ในการทดลองต้องมีการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล ในวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้สมาร์ทโฟนจำนวน 2 เครื่อง ประกอบด้วย ยี่ห้อ Huawei รุ่น P10Plus และยี่ห้อ Samsung รุ่น A9pro ในการเก็บและบันทึกข้อมูล โดยทั้ง 2 เครื่องได้ติดตั้งฟรีโมบายแอปพลิเคชัน SPARKvue รุ่น 4.0.1 ของ PASCO scientific และการคำนวณข้อมูล ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2010 ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ไมโครซอฟต์สำหรับสถาบันการศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



รูปที่ 1 ชุดการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ



3.2 วิธีการทดลอง

1) นำสมาร์ตโฟนวางบนรถทดลองที่มีฟองน้ำ และไม่มีฟองน้ำอย่างละเครื่อง โดยหน้าจอแต่ละเครื่องแสดงผลฟรีโมบายแอปพลิเคชัน SPARKvue เลือก On-board Acceleration Sensor และ Acceleration, Y จากนั้นเลือกการแสดงผลแบบกราฟเพียงอย่างเดียว

2) วางรถทดลองทั้ง 2 คันบนรางลูมินีียมโปรไฟล์บนระนาบพื้นราบ

3) กดบันทึกข้อมูลความเร่งของสมาร์ตโฟนทั้งสองเครื่อง จากนั้นผลักรถทดลองคันแรกให้เคลื่อนที่ไปชนรถทดลองอีกคันที่อยู่นิ่ง กำหนดให้รถทดลองที่ถูกผลักเป็นรถทดลอง A และรถทดลองที่ถูกชนเป็นรถทดลอง B

4) นำข้อมูลจากสมาร์ตโฟนทั้งสองเครื่องที่ได้จากการทดลองมาเข้าโปรแกรม Microsoft Excel

5) เลือกข้อมูลเวลาและความเร่งในแนวแกน y ของรถทดลอง A และรถทดลอง B มาเพื่อคำนวณความเร็วในแนวแกน y ตามสมการ (1) (de Jesus & Sasaki, 2016)

$$v_n = v_{n-1} + (a_{n-1} + a_n - 2a_{bg}) \frac{\Delta t_n}{2} \quad (1)$$

โดยที่	v_n	คือ	ความเร็วของสมาร์ตโฟนวินาทีที่ n หน่วย เมตรต่อวินาที
	v_{n-1}	คือ	ความเร็วของสมาร์ตโฟนวินาทีที่ n-1 หน่วย เมตรต่อวินาที
	a_n	คือ	ความเร่งของสมาร์ตโฟนวินาทีที่ n หน่วย เมตรต่อวินาที ²
	a_{n-1}	คือ	ความเร่งของสมาร์ตโฟนวินาทีที่ n-1 หน่วย เมตรต่อวินาที ²
	a_{bg}	คือ	ความเร่งพื้นหลังของสมาร์ตโฟนที่อยู่นิ่ง หน่วย เมตรต่อวินาที ²
	t_n	คือ	เวลาที่สมาร์ตโฟนเคลื่อนที่วินาทีที่ n หน่วย วินาที

6) จากข้อมูลที่คำนวณได้ เลือกช่วงก่อนการชน ระหว่างชน และหลังการชน ของรถทดลอง A และรถทดลอง B คำนวณและวิเคราะห์ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน โดยกำหนดให้รถทดลอง A มีมวล m_1 และรถทดลอง B มีมวล m_2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเริ่มต้น $\vec{v}_{1i}$ และ $\vec{v}_{2i}$ ตามลำดับในทิศทางเดียวกัน จากนั้นรถทดลองทั้งสองชนกันและแยกออกจากกันด้วยความเร็วปลาย $\vec{v}_{1f}$ และ $\vec{v}_{2f}$ ตามลำดับ คำนวณผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน ตามสมการ (2) และ (3) ตามลำดับ (Serway, R. A., & Jewett, J. W., 2006)

$$\sum \vec{p}_{before} = m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} \quad (2)$$

$$\sum \vec{p}_{after} = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f} \quad (3)$$

7) คำนวณและวิเคราะห์การคลของรถที่ชนและรถที่ถูกชนจากสมการ (4) และ (5) (Serway, R. A., & Jewett, J. W., 2006) โดย $\vec{I}$ คือ การคล หน่วย กิโลกรัม · เมตรต่อวินาที

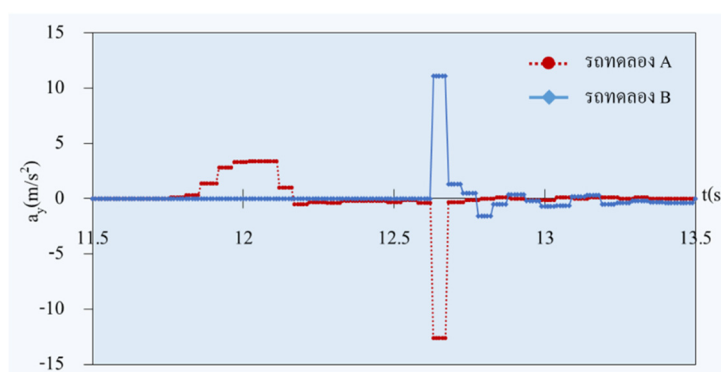
$$\vec{I} = m\vec{a}\Delta t \quad (4)$$

$$\vec{I} = m\vec{v} - m\vec{u} \quad (5)$$



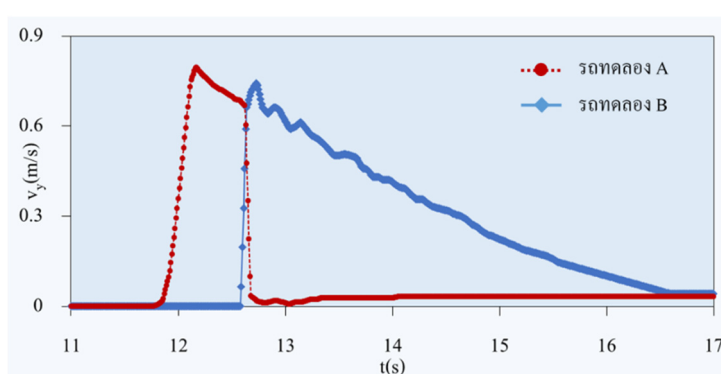
4. ผลการวิจัย

จากการคำนวณข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในแนวแกน y กับเวลา และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งในแนวแกน y กับเวลา ของรถทดลอง A และ B ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งในแนวแกน y กับเวลา ของรถที่ชน (A) และรถที่ถูกชน (B)

จากรูปที่ 2 เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งในแนวแกน y กับเวลา ของรถทดลองทั้งสองคัน โดยพิกแรกที่มีย่านเล็กทางด้านซ้าย คือ การคลที่ เกิดจากการผลักรถทดลอง A ให้เคลื่อนที่ ในขณะที่พิกที่สองและสามที่อยู่ตรงข้ามกัน คือ พิกที่เกิดจากการชนระหว่างรถทดลองทั้งสองคัน ระยะเวลาที่เกิดการชนเริ่มตั้งแต่วันที่ 12.63 ถึงวันที่ 12.67 เป็นเวลาทั้งสิ้น 0.04 วินาที โดยระหว่างรถทดลองทั้งสองคันจะมีฟองน้ำติดอยู่ ฟองน้ำช่วยยืดระยะเวลาในการชนให้นานมากยิ่งขึ้นเมื่อนำข้อมูลความเร่งในแนวแกน y กับเวลามาคำนวณตามสมการ (1) สามารถพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในแนวแกน y กับเวลา ของรถทดลองทั้งสองคันได้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในแนวแกน y กับเวลา ของรถที่ชน (A) และรถที่ถูกชน (B)

จากรูปที่ 3 เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในแนวแกน y กับเวลา ของรถทดลองทั้งสองคัน ซึ่งรถทดลอง A อยู่ฝั่งถูกผลักให้เคลื่อนที่บนราง ขณะเคลื่อนที่มีความเร็วสูงสุด เท่ากับ 0.7965 เมตรต่อวินาที จากนั้น



เคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลงเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างล้อรถทดลอง A กับราง ในระหว่างการชน ความเร็วของรถทดลอง A ลดลงอย่างรวดเร็วจากแรงกระทำของรถทดลอง B ที่อยู่นิ่งและแรงเสียดทาน ภายหลังการชนรถทดลอง A มีความเร็ว 0.0345 เมตรต่อวินาที และความเร็วลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากแรงเสียดทานจนกระทั่งหยุดนิ่ง ในขณะที่เดียวกัน รถทดลอง B อยู่นิ่งบนราง เมื่อรถทดลอง A เคลื่อนที่มาชน ส่งผลให้รถทดลอง B มีความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีความเร็วหลังการชน เท่ากับ 0.5615 เมตรต่อวินาที และมีความเร็วสูงสุดเท่ากับ 0.7375 เมตรต่อวินาที จากนั้นรถทดลอง B มีความเร็วลดลงเนื่องจากแรงเสียดทานจนกระทั่งหยุดนิ่ง โดยมีรายละเอียดของเวลา ความเร่งในแนวแกน y และความเร็วในแนวแกน y ของรถทดลองทั้งสองคัน ทั้งสามช่วงเวลา คือ ก่อนการชน ระหว่างชน และหลังการชน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ช่วงเวลา ความเร่งในแนวแกน y และความเร็วในแนวแกน y ของรถทดลองทั้งสองคัน กำหนดให้ทิศการผลักรถ (ขวา) เป็นบวก

รถทดลอง A (ชน)			รถทดลอง B (ถูชน)		
t (s)	a_y (m/s ²)	v_y (m/s)	t (s)	a_y (m/s ²)	v_y (m/s)
12.62	0	0.6680	12.62	0	0
12.63	-12.6	0.6030	12.63	11.1	0.0555
12.64	-12.6	0.4770	12.64	11.1	0.1665
12.65	-12.6	0.3510	12.65	11.1	0.2775
12.66	-12.6	0.2250	12.66	11.1	0.3885
12.67	-12.6	0.0990	12.67	11.1	0.4995
12.68	0.1	0.0345	12.68	1.3	0.5615

จากตารางที่ 1 พบว่า รถทดลอง A มีความเร็วก่อนการชน เท่ากับ 0.6680 เมตรต่อวินาที ความเร็วหลังการชน เท่ากับ 0.0345 เมตรต่อวินาที และมีความเร่งในขณะที่เกิดการชน เท่ากับ 12.6 เมตรต่อวินาที² รถทดลอง B มีความเร็วก่อนการชน เท่ากับ 0 เมตรต่อวินาที ความเร็วหลังการชน เท่ากับ 0.5615 เมตรต่อวินาที และมีความเร่งในขณะที่เกิดการชน เท่ากับ 11.1 เมตรต่อวินาที² โดยกำหนดให้ รถทดลอง A มีมวล 0.789 กิโลกรัม และรถทดลอง B มีมวล 0.832 กิโลกรัม เมื่อนำค่าต่าง ๆ มาคำนวณผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชนตามสมการ (2) และ (3) จะได้ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน เท่ากับ 0.527 กิโลกรัม · เมตรต่อวินาที ผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน เท่ากับ 0.494 กิโลกรัม · เมตรต่อวินาที จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลจากตารางที่ 1 คำนวณการคล ตามสมการ (4) และ (5) ตามลำดับ โดยรถทดลอง A มีค่าการคลตามสมการ (4) และ (5) เท่ากัน เท่ากับ -0.398 กิโลกรัม · เมตรต่อวินาที รถทดลอง B มีค่าการคลตามสมการ (4) และ (5) เท่ากัน เท่ากับ 0.369 กิโลกรัมเมตรต่อวินาที

5. การอภิปรายผล

จากการผลการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติเพื่อคำนวณและวิเคราะห์ผลรวมของของโมเมนตัมและการคล พบว่า จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชนเท่ากัน แต่จากการ



คำนวณผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชนมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 6.26 สาเหตุเนื่องจากความคลาดเคลื่อนจากการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง เกิดการสูญเสียพลังงานจากการชน และแรงเสียดทานระหว่างรถทดลองและราง ในส่วนของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการชนซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สั้นมาก ๆ ในการทดลองผู้วิจัยจึงใช้ฟองน้ำเป็นตัวช่วยในการยืดระยะเวลาในการชนให้นานขึ้น ทำให้เซนเซอร์ของสมาร์ตโฟนสามารถบันทึกค่าความเร่งได้ โดยเวลาที่ใช้ในการชนของการทดลองนี้ คือ 0.04 วินาที ซึ่งจากการคำนวณการคลาดจากสมการ (4) และ (5) ให้ค่าการคลที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.07 สอดคล้องกับงานวิจัยของ de Jesus และ Sasaki ที่ทำการทดลองโดยใช้สมาร์ตโฟนสองเครื่องวางบนพื้นโต๊ะ ติดฟองน้ำที่สมาร์ตโฟนเครื่องหนึ่ง ทำการทดลองโดยผลักสมาร์ตโฟนเครื่องหนึ่งให้เคลื่อนที่ไปชนสมาร์ตโฟนอีกเครื่องหนึ่งที่อยู่นิ่งบนโต๊ะ ผลการทดลองพบว่า ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชนมีค่าแตกต่างกัน เนื่องจากมีแรงภายนอกมากระทำกับระบบ นั่นคือ การคลที่เกิดจากแรงเสียดทาน เมื่อชดเชยการคลที่เกิดจากแรงเสียดทานแล้ว ส่งผลให้ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชนมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 4.5 (de Jesus & Sasaki, 2016) นอกจากนี้ Vogt และ Kuhn ทำการทดลองเพื่อศึกษาการชนแบบยืดหยุ่น ทำการทดลองโดยการผลักรถลากคันหนึ่งด้วยมือ ไปชนรถลากอีกคันหนึ่งที่อยู่นิ่ง ซึ่งรถลากทั้งสองคันมีสมาร์ตโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชันในการบันทึกข้อมูล และมีการติดแผ่นเหล็กสปริงไว้ด้านหลังของรถลากทั้งสองคัน ผลการทดลอง พบว่า ก่อนการชนมีความเร็วลดลงเล็กน้อยเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างรถและพื้นผิว หลังการชนรถลากคันแรกมีความเร็วลดลงจนกระทั่งเหมือนหยุดนิ่งและมีการเคลื่อนที่เล็กน้อยในทิศทางตรงข้าม รถลากคันที่สองที่อยู่นิ่งถูกคันแรกชน พลังงานจลน์เกือบทั้งหมดของรถลากคันแรกถูกถ่ายเทไปยังรถลากคันที่สองที่มีมวลเท่ากัน ทำให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใกล้เคียงกับความเร็วของรถลากคันแรกก่อนการชน ซึ่งผลการทดลองนี้เป็นไปตามกฎอนุรักษ์โมเมนตัมและพลังงาน (Vogt & Kuhn, 2014)

หนังสือรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังขาดการทดลอง เรื่อง การคล ที่จะสามารถช่วยให้นักเรียนศึกษาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการคลและทราบถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นของการชน ประกอบด้วย ก่อนการชน ระหว่างการชนและหลังการชน ซึ่งสามารถนำวิจัยนี้ไปจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ใช้อุปกรณ์เพียงชิ้นเดียวในการทดลอง ดังเช่น Streepey ทำการทดลองโดยการผลักไอแพดให้เคลื่อนที่บนโต๊ะ ซึ่งระหว่างทำการทดลองไอแพดได้ติดตั้งแอปพลิเคชันในการบันทึกข้อมูล จากการทดลองจะได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งในแนวแกน y กับเวลา ของไอแพด เมื่อพิจารณากราฟพบว่า เกิดพิการคลสองฟิสิกที่ตรงข้ามกันและมีขนาดเท่ากัน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากพื้นที่ใต้กราฟดังกล่าว รวมถึงในการทดลองความเร็วเริ่มต้นและความเร็วปลายของไอแพดเท่ากับศูนย์ นั่นคือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม สอดคล้องกับการคำนวณการคลที่กล่าวมาข้างต้นที่มีขนาดการคลเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกัน จะได้การคลสุทธิเท่ากับศูนย์ จากการทดลองนี้ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับการคลได้ รวมถึงเป็นการทดลองที่ใช้อุปกรณ์การทดลองเพียงชิ้นเดียวในการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความร่วมมือและมีส่วนร่วมในการ



ทดลองมากยิ่งขึ้น (Streepey, 2013) นอกจากนี้การนำสมาร์โฟนเข้ามามีส่วนร่วมในการทดลอง ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทดลองมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ (สรวิทย์ ศรีพลา, 2557)

6. บทสรุป

ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาชุดการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติโดยใช้สมาร์โฟนสำหรับศึกษาผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชน การทดลองสอดคล้องกับเนื้อหาหนังสือรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และทราบถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นของการชน ประกอบด้วย ก่อนการชน ระหว่างการชนและหลังการชนซึ่งทำการทดลองโดยการผลักรถทดลองคันหนึ่งให้เคลื่อนที่ไปชนรถทดลองอีกคันหนึ่งซึ่งอยู่นิ่งบนรางอลูมิเนียมโปรไฟล์ โดยรถทดลองทั้งสองคันใช้สมาร์โฟนที่ติดตั้งฟรีโมบายแอปพลิเคชันในการบันทึกข้อมูลโดยอาศัยเซนเซอร์วัดความเร่งเพื่อบันทึกข้อมูลความเร่งและเวลาในการเคลื่อนที่ของสมาร์โฟนบนรถทดลอง จากผลการทดลอง พบว่า ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชนมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีร้อยละความคลาดเคลื่อนเพียง 6.26 ค่าการคลาดที่เกิดจากการชนระหว่างรถทดลองทั้งสองคันมีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยมีร้อยละความคลาดเคลื่อนเพียง 0.07 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ผลการทดลองการชนของวัตถุในหนึ่งมิติของผู้วิจัยสอดคล้องตรงตามเนื้อหาหนังสือรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ข้อเสนอแนะ ควรเพิ่มการทดลองที่หลากหลายมากขึ้นให้ครอบคลุมการชนในรูปแบบต่างๆ เช่น การชนแบบยืดหยุ่น การชนแบบไม่ยืดหยุ่น เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สศทค.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่เป็นผู้สนับสนุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

นาฏดา เรื่องชาญ, จินตนา จันทนนท์ และชญัญญาญจน์ แสงประสาร. (2561). ศึกษาการใช้สมาร์โฟนเพื่อการศึกษาของนักศึกษา คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. วารสารวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ. 4(2), 295-303.

นิคม ดิษฐคดี และพรจิต ประทุมสุวรรณ. (2561). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยโปรแกรมแลปวิว. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 5 เรื่อง บูรณาการงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสังคมที่ยั่งยืน. (หน้า 334-345). 21 กรกฎาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย.



- นุชจิรา แดงวันสี, ปริญวรณ์ สุนทรักษ์, สนธิ พลชัยยา และกานต์ตะวัน วุฒิเสลา. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ
ร่วมมือกับแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องตารางธาตุ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*. 1(1), 61-73.
- ปิยนันท์ ปานนัม, กิตติภูมิ อึ้งเจริญทรัพย์ และณิรัตน์ชดากร ภิรมย์นง. (2559). การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้
แบบเคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี*. 6(2), 73-83.
- ภัทริยา อินทร์โทโล. (2561). การเปรียบเทียบอาการปวดกล้ามเนื้อขณะใช้งานสมาร์ตโฟนระหว่าง 3 กลุ่มอายุ: เด็ก
นักเรียนประถม นักเรียนมัธยม และผู้ทำงานสำนักงาน. *วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข*. 12(2), 328-341.
- ศิริพร น้อยอำคา. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันบทเรียนบนสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยยึดหลัก
5W 1H. *วารสารวิชาการ ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 10(1), 80-91.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *คู่มือครู หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม
วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). เทคโนโลยีการสื่อสารกับการ
เรียนรู้. *FOCUS ประเด็นจาก PISA*. (42), 1-4. แหล่งที่มา: <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-42/> [18
ธันวาคม 2562]
- สมพร บัวประทุม. 2562. ชุดทดลองการวัดค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
อย่างง่าย ตัวตรวจวัดที่พัฒนาขึ้นเอง และสมาร์ตโฟน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ
สิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 10(2), 288-299.
- สรวิชัย ศิริพลา. (2557). ผลการใช้แท็บเล็ตในชั้นเรียนที่มีผลต่อพฤติกรรมของครูและนักเรียน: การวิจัยแบบผสมวิธี.
วารสารทางการศึกษา. 9(4), 320-334.
- สายสมร เฉลยกิตติ, สรินทร เชื้อวโสธร และญาดา น้อยเลิศ. (2562). การพัฒนาการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมสื่อการสอน
เสมือนจริงโดยใช้สมาร์ตโฟน. *รามานติพยาบาลสาร*. 25(1), 5-15.
- อาทิตย์ หมวดคงจันทร์, ประสงค์ เกษราธิคุณ และสุวิทย์ คงภักดี. (2561). การพัฒนาชุดทดลองโพลาริเซชันของแสง
โดยใช้สมาร์ตโฟน. *การประชุมวิชาการระดับชาติ "วลัยลักษณ์วิจัย" ครั้งที่ 10 หัวข้อวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี*. (หน้า 1-9). 27-28 มีนาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ นครศรีธรรมราช ประเทศไทย.
- de Jesus, V L B., & Sasaki, D G G. (2016). Modelling of a collision between two smartphones. *PHYSICS
EDUCATION*. (51), 1-7. doi: 10.1088/0031-9120/51/5/055006.
- Saphet, P., Tong-on, A., & Thepnurat, M. (2017). One dimensional two-body collisions experiment based on
LabVIEW interface with Arduino. *Siam Physics Congress 2017*. (901), 1-6. doi:10.1088/1742-
6596/901/1/012115.



- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2006). *PRINCIPLES OF PHYSICS*. Canada: Thomson Learning.
- Streepey, J. W. (2013). Using iPad to illustrate the impulse-momentum relationship. *THE PHYSICS TEACHER*, (51), 54-55. doi:10.1119/1.4772044.
- Vogt, P., & Kuhn, J. (2014). Analyzing collision processes with the smartphone acceleration sensor. *American Association of Physics Teachers*, (52), 118-119. doi:10.1119/1.4862122.