

การออกแบบและพัฒนาชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ของมวลติดสปริงด้วย Arduino
DESIGN AND DEVELOPMENT OF A SIMPLE HARMONIC MOTION EXPERIMENTAL SET
WITH ARDUINO

สาธิรัช สะสม^{1,*} และเมธิตา จุปะมะโท²

¹หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต 10700

Sathirat Sasom^{1,*} and Methita Jupmato²

¹Physics Education Program, Faculty of science and Technology Suan Dusit University 10700

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริงด้วย Arduino มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาค่าคงที่ของสปริงติดมวล และความสัมพันธ์ระหว่างมวลและค่าคงที่ของสปริงติดมวล และคาบการเคลื่อนที่ของสปริง 2) พัฒนาสื่อการสอนทางฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง โดยใช้ Arduino ผลการทดลองทำโดยการแขวนมวลติดสปริง 100, 200, 250 และ 300 กรัม ตามลำดับ หาค่าคงที่ของสปริงโดยใช้ Arduino พบว่าคาบที่ได้จากการวัดโดยใช้ Arduino มีค่าเท่ากับ 4.29, 2.14, 1.50 และ 1.25 วินาที ตามลำดับ และค่าคงที่ของสปริงมีค่า 0.45 นิวตัน/เมตร และการหาค่าคงที่ของสปริงจากกฎของฮุคโดยการแขวนมวลติดสปริง 100, 150, 200, 250 และ 300 กรัม พบว่าระยะยืดที่ได้จากการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.56, 4.00, 6.26, 8.53 และ 10.83 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าคงที่ของสปริงมีค่าเท่ากับ 0.46 นิวตัน/เมตร จากการทดลองหาค่าคงที่ของสปริง โดยใช้ Arduino และ การหาค่าคงที่ของสปริงจากกฎของฮุค พบว่ามีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2%

คำสำคัญ: การเคลื่อนที่ ฮาร์มอนิก Arduino

Abstract

This research article deals with design and development of a simple harmonic motion experimental set with Arduino. The objectives are: 1) study the value of the spring-constant, the relationship between mass and spring-constant and the period of motion. 2) develop teaching experimental set for simple harmonic motion of spring-masses using Arduino. The experiment

was done by hanging a spring-loaded mass of 100, 200, 250 and 300 g. respectively. to find the spring constant using Arduino. It was found that the period from the measurement using Arduino was 4.29 2.14 1.50 and 1.25 seconds respectively. The spring-constant is 0.45 newton/meter and the spring constant from Hooke's law by hanging a spring-loaded mass of 150, 150, 200, 250 and 300 g. was found that the length of the spring was 1.56 4.00 6.26 8.53 and 10.83 cm. respectively and the spring constant was equal to 0.46 Newton / meter. From the experiment to find the constant value of the spring using Arduino and Hooke's law found that error not exceeding 2%.

บทนำ

จากการศึกษาสถิติ ผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นสามัญ (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ปีการศึกษา 2558, 2559 และ 2560 พบว่าผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งประเทศอยู่ที่ร้อยละ 33.40 และ 31.62 และ 29.37 ตามลำดับ และจากการทดสอบ 1 ในวิชา 9 วิชาสามัญ วิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา 2558, 2559 และ 2560 พบว่าผลคะแนนเฉลี่ยของเด็กทั้งประเทศอยู่ที่ 26.73, 22.90 และ 29.44 ตามลำดับ จากสถิติเห็นได้ว่าผลการทดสอบนักเรียนมีแนวโน้มที่ลดลง และต่ำกว่ามาตรฐานขั้นต่ำคือร้อยละ 50 จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ ในไทยยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร อีกทั้งจากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนจำนวนมาก ในเนื้อหา เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion, SHM) ของมวลติดสปริง เป็นอีกหนึ่งเรื่องที่มีปัญหาในการจัดการเรียนการสอนอาจเป็นผลมาจากเนื้อหาที่ยากต่อการทำความเข้าใจและขาดแคลนเครื่องมือ อุปกรณ์ ชุดสาธิต หรือชุดทดลองต่าง ๆ เนื่องจากเครื่องมือ อุปกรณ์ ชุดสาธิตหรือชุดทดลองที่นำมาใช้ในโรงเรียนต่าง ๆ มีราคาค่อนข้างแพง สถานศึกษาต่าง ๆ มีงบประมาณจำนวนจำกัดทำให้ไม่สามารถจัดซื้อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้เรียน (ศุภกร กตาทิการกุลม และคณะ, 2556)

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง เช่น งานวิจัยของคุณ Amrani, D & Paradis, P. และของคุณ Musik, P. ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ computer-based data ที่สามารถแปลงเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ในรูปสัญญาณทางไฟฟ้าเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ผ่าน ซอฟต์แวร์ประยุกต์ ที่พัฒนาตามคุณลักษณะของงานวิจัยทดลองนั้น ๆ เช่น LabVIEW, Math lab ข้อมูลที่ได้ จะสามารถเก็บไว้ในฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ งานวิจัยของคุณ Tong-on, A., Saphet, P.& Thepnurat, M. ศึกษาและพัฒนาชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายบน LabVIEW ร่วมกับ Arduino

จากการศึกษาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจออกแบบและพัฒนาชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง ร่วมกับ Arduino เพื่อเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งให้ครูผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสอน ซึ่ง Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แพลตฟอร์มหนึ่งที่ได้รับคามนิยมมาก อันเนื่องมาจากการใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนมีต้นทุนต่ำ ลดปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์การทดลอง สามารถออกแบบและควบคุมการทำงานของ Arduino ได้ตามต้องการ โดยในบทความนี้ Arduino ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ในการตรวจจับการเคลื่อนที่ของมวลติดสปริง เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นลักษณะการเคลื่อนที่และความสัมพันธ์ของคาบ และหาค่าคงที่ของสปริง มาใช้ในการส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาค่าคงที่ของสปริงติดมวล โดยใช้ Arduino เปรียบเทียบกับ ค่าคงที่ของสปริงติดมวล จากกฎของฮุค
2. พัฒนาสื่อการสอนทางฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง โดยใช้ Arduino

วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ออกแบบและพัฒนาชุดการทดลอง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง หา ค่าคงที่ของสปริงติดมวล โดยใช้ Arduino โดยมีลำดับขั้นตอนในการวิจัย ดังนี้

1. ขอบเขตของการทำวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนห้วยแถลงพิทยาคม อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 120 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนห้วยแถลงพิทยาคม แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 10 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ เรียนรายวิชาฟิสิกส์ จำนวน 1 ห้อง เพื่อจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดทดลอง หาค่าคงที่ของสปริงติดมวล โดยใช้ Arduino ที่ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง หาค่าคงที่ของสปริงติดมวล โดยใช้ Arduino

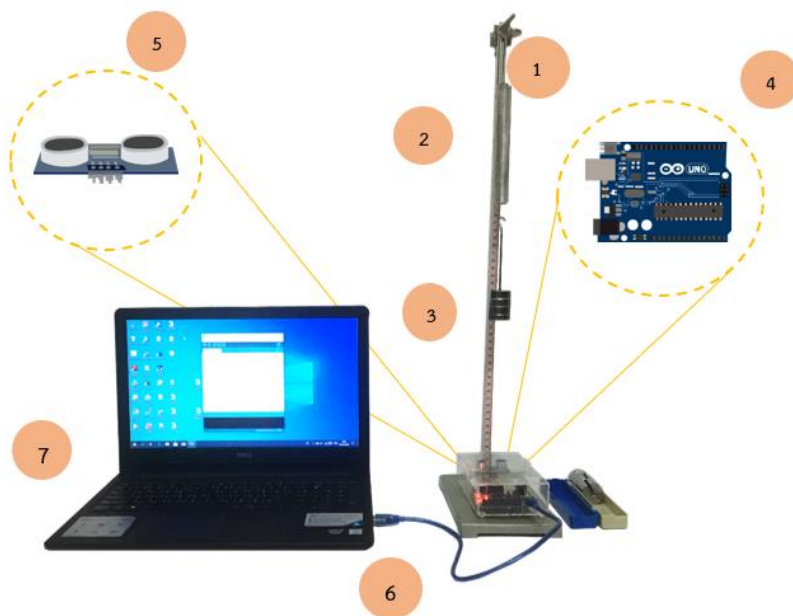
2.1 การสร้างและการวิเคราะห์หาคุณภาพชุดการทดลองดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 2.1.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง
- 2.1.2 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Arduino และศึกษาหลักการและวิธีการใช้งาน Arduino เบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้และจัดทำชุดการทดลอง

2.1.3 สร้างชุดการทดลอง หาค่าคงที่ของสปริงติดมวล โดยใช้ Arduino

2.1.3.1 อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลอง

1. ขาตั้ง
2. สปริง
3. มวลถ่วงขนาด 100 กรัม, 150 กรัม, 200 กรัม, 250 กรัม, 300 g
4. Arduino รุ่น Uno R3
5. Ultrasonic รุ่น Y401
6. สาย USB
7. Note book



ภาพที่ 1 ชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริงโดยใช้ Arduino

2.1.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองแบบออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 หาค่าคงที่ของสปริงติดมวลจาก ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง ร่วมกับ Arduino

1. เตรียมชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง ต่อกับ Arduino เปิดโปรแกรม Arduino IDE (โปรแกรมวัดการเคลื่อนที่ของสปริง)

2. วางมวล 100 กรัม บนตะขอแขวน จับวัดอยู่ 3 เซนติเมตร แล้วปล่อยมวลที่แขวนปลายสปริง Ultrasonic ตรวจจับมวลที่สั่นเป็นคาบในแนวดิ่ง สังเกตดูการสั่น โดยโปรแกรมทดลอง Arduino ทำการประมวลผลผลลัพธ์ตามลำดับ นำค่าที่ได้จาก Arduino บันทึกผลการทดลอง

3. ทำซ้ำข้อ 2 โดยเพิ่มมวลที่ตะขอแขวนให้เป็น 200 กรัม, 250 กรัม และ 300 กรัม, สังเกตและบันทึกผลการทดลองที่ได้จาก Arduino

4. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบของการสั่น (T) กับมวลแขวน (m)

5. คำนวณค่าคง (k) ของสปริงจากความชันของกราฟ โดยใช้สมการ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

ตอนที่ 2 หาค่าคงที่ของสปริงจากกฎของฮุค

1. ติดไม้บรรทัดกับขาตั้ง โดยให้ไม้บรรทัดอยู่ในแนวดิ่งและแขวนลวดสปริงในแนวดิ่งให้ ขนานกับไม้บรรทัด

2. วางมวล 100 กรัม บนตะขอแขวน สังเกตและบันทึกระยะยืดของสปริง

3. เปลี่ยนมวลบนตะขอแขวนเป็น 150, 200, 250, 300 กรัม ตามลำดับ สังเกตและบันทึกระยะยืดของสปริง

4. คำนวณค่าคง (k) ของสปริงจากความชันของกราฟ

2.1.5 ปรับปรุงแก้ไขชุดการทดลองตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

2.1.6 นำชุดการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนห้วยแถลงพิทยาคม แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 10 คน เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของชุดการทดลอง แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงข้อผิดพลาด ในครั้งที่ 2

ผลการวิจัย

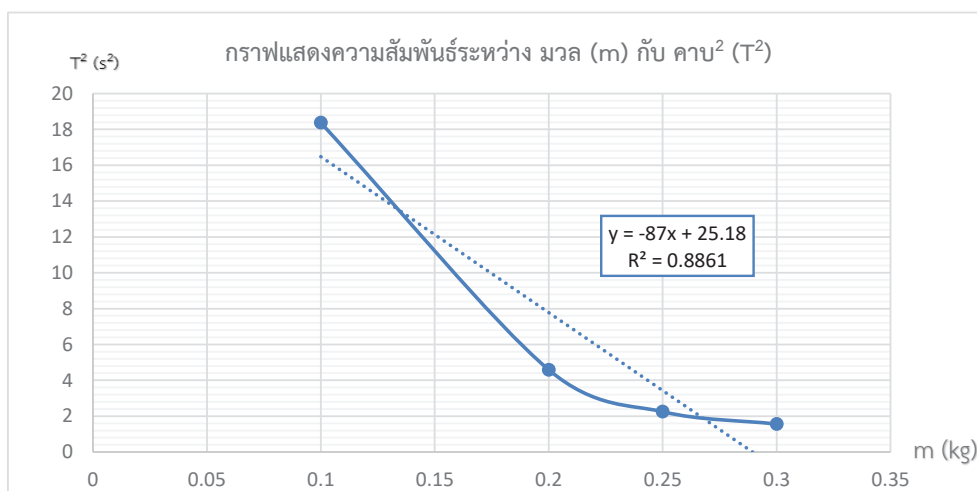
ในการทดลองหาค่าคงที่ของสปริง แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้ผลการทดลองดังนี้

ตอนที่ 1 หาค่าคงที่ของสปริงติดมวลจาก ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง ร่วมกับ Arduino

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการวัดโดย Arduino

มวล (kg)	คาบ(T)ที่ Arduino เมื่อครบ 30 วินาที	คาบ (s)	คาบ ² (s ²)
0.10	7	4.29	18.37
0.20	14	2.14	4.59
0.30	20	1.50	2.25
0.40	24	1.25	1.56

จากตารางที่ 1 นำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มวล (m) กับ คาบ² (T²) ได้ดังภาพ



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มวล (m) กับ คาบ² (T²)

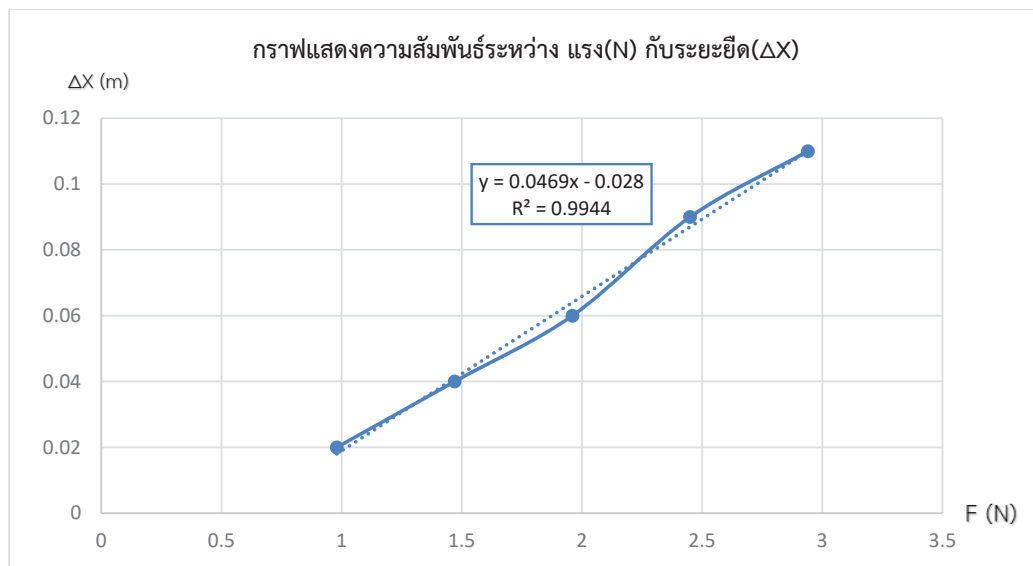
จากข้อมูลในตารางที่ 1 จะได้ค่า คาบ² เท่ากับ 18.37 4.59 2.25 1.56 s² ตามลำดับ และเมื่อนำค่า มวล และค่าคาบ² มาเขียนกราฟจะได้ค่าความชันเท่ากับ 87 เมื่อนำค่าความชันที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าคงที่ของสปริงจากสมการ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ สามารถหาค่าคงที่ของสปริงได้ เท่ากับ 0.45 นิวตัน/เมตร

ตอนที่ 2 หาค่าคงที่ของสปริงจากกฎของฮุค

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการวัดโดยกฎของฮุค

มวล (kg)	แรง F=mg(N)	ระยะยืด Δx ($x_1 - x_0$) (m)			Δx เฉลี่ย (m)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
0.10	0.98	0.02	0.02	0.02	0.02
0.15	1.47	0.04	0.04	0.04	0.04
0.20	1.96	0.06	0.06	0.06	0.06
0.25	2.45	0.09	0.09	0.08	0.09
0.30	2.94	0.11	0.10	0.11	0.11

จากตารางที่ 2 นำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง (F) กับ ระยะยืด (ΔX) ได้ดังภาพ



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรง (F) และ ระยะยืด (ΔX)

จากข้อมูลในตารางที่ 2 จะได้ค่า ระยะยืดเฉลี่ยของสปริง เท่ากับ 0.02 0.04 0.06 0.09 และ 0.11 เมตร ตามลำดับ และนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรง กับระยะยืดของสปริงสามารถนำความชันของกราฟมาวิเคราะห์หาค่าคงที่ของสปริงจากกฎของฮุค ได้เท่ากับ 0.46 นิวตัน/เมตร

สรุปผลวิจัย

ในบทความนี้ได้พัฒนาชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง หาค่าคงที่ของสปริง โดยใช้ Arduino ในทดสอบหาค่าคงที่ของสปริง ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ การหาค่าคงที่ของสปริง โดยใช้ Arduino และการหาค่าคงที่ของสปริงจากกฎของฮุค ผลในการทดลองตอนที่ 1 หาค่าคงที่ของสปริง โดยใช้ Arduino ทำการทดลองเปลี่ยนมวลจาก 100, 200, 350 และ 300 กรัม พบว่าค่าที่ได้จากการวัดโดยใช้ Arduino มีค่าเท่ากับ 4.29, 2.14, 1.50 และ 1.25 ตามลำดับ และค่าคงที่ของสปริงมีค่า 0.45 นิวตัน/เมตร ในการทดลองตอนที่ 2 หาค่าคงที่ของสปริงจากกฎของฮุค ทดลองเปลี่ยนมวล 100, 150, 200, 250 และ 300 กรัม พบว่าระยะยืดของสปริง มีค่าเท่ากับ 1.56, 4.00, 6.26, 8.53 และ 10.83 เซนติเมตร ตามลำดับ และค่าคงที่ของสปริงมีค่าเท่ากับ 0.46 นิวตัน/เมตร จากการทดลองหาค่าคงที่ของสปริง โดยใช้ Arduino และ การหาค่าคงที่ของสปริงจากกฎของฮุค พบว่ามีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2

วิเคราะห์วิจารณ์ผล

ในการพัฒนาชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง หาค่าคงที่ของสปริง โดยใช้ Arduino ได้แบ่งการทดลองเป็น 2 ตอน ได้แก่ การหาค่าคงที่ของสปริง โดยใช้ Arduino โดยการหาค่าและค่าคงที่ของสปริงแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริง พบว่า เมื่อเพิ่มมวลติดปลายสปริง ค่าการเคลื่อนที่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเสมอเป็นไปตามสมการ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ ในตอนที่ 2 การหาค่าคงที่ของสปริงจากกฎของฮุค พบว่าเมื่อมวลเพิ่มขึ้นส่งผลให้ระยะยืดเพิ่มขึ้น เป็นไปตามกฎของฮุค จากการทดลองทำให้มีความคลาดเคลื่อน ซึ่งอาจจากการทดลองที่บ่อยครั้ง ทำให้สปริงมีค่าอ่อนตัวลง ซึ่งส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ในการทดลองนี้เป็นค่าคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แสดงว่า Arduino สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นการสอนเรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของมวลติดสปริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจาก Arduino ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แพลตฟอร์มหนึ่งที่มีความนิยมมาก ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนมีต้นทุนต่ำ ลดปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์การทดลองสามารถออกแบบและควบคุมการทำงานของ Arduino ได้ตามต้องการ

ข้อเสนอแนะ

1. ในการใช้ชุดทดลอง ไม่ควรมีวัสดุ สิ่งของกีดขวางการเคลื่อนที่ของสปริง เพราะจะทำให้อุปกรณ์ตัวรับสัญญาณจับคลาดเคลื่อนเกิดความไม่แม่นยำได้

References

- Amrani, D & Paradis, P. (2010). Use of computer-based data acquisition to teach physics laboratories: case study-simple harmonic motion. *Physics Education*, 4(3), 511-514.
- Tong-on, A., Saphet, P.& Thepnurat, M. (2017). Simple harmonics motion experiment based on labview interface for Arduino. *Journal of Physics*, 17, 1-6.
- Musik, P. (2017). Development of computer-based experiment set on Simple Harmonic Motion of mass on springs. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – October 2017*, 16(4), 1-11.

คณะผู้เขียน/ ผู้เขียน

นางสาวสาริรัช สะสม

หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสีรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
e-mail: creamstrss@gmail.com

นางสาวเมทิตา จุปะมะโท

หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสีรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
e-mail: methitajupamato@gmail.com