

## ชุดการทดลองการเคลื่อนที่เชิงเส้น

### 1. รายละเอียดทั่วไป

- 1.1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับ
  - ทฤษฎีการเคลื่อนที่
  - กฎของนิวตัน
  - การเคลื่อนที่บนระนาบเอียง
  - การอนุรักษ์โมเมนตัม / โมเมนตัม
  - การชนแบบยืดหยุ่น / ไม่ยืดหยุ่น
  - การอนุรักษ์พลังงาน
  - Electromagnetic Damping
  - Oscillations and Resonanz

### 2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 2.1. วัสดุสำหรับวิ่งบนราง (PHYWE Digicart) จำนวน 2 ตัว
  - 2.1.1. มีสวิตช์ไฟ (กด 3 วินาทีเพื่อเปิด)
  - 2.1.2. มีพอร์ต USB-C (สำหรับชาร์จ)
  - 2.1.3. มีแรงดันไฟฟ้า 5 V (สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์เสริม)
  - 2.1.4. มีไฟแสดงสถานะแบตเตอรี่
  - 2.1.5. มีไฟแสดงสถานะบลูทูธ
  - 2.1.6. มีเซนเซอร์สำหรับการวัดแรง (Force sensor)
    - 2.1.6.1. ช่วงการวัดไม่น้อยกว่า 10 N / 50 N
    - 2.1.6.2. ความละเอียดไม่น้อยกว่า 0,01 N / 0,03 N
    - 2.1.6.3. ความถี่ 1,000 Hz / 5,000 Hz
  - 2.1.7. มีเซนเซอร์สำหรับการวัดความเร็วและตำแหน่ง (Speed and position sensor)
    - 2.1.7.1. ช่วงการวัดไม่น้อยกว่า 3 m / s
    - 2.1.7.2. ความละเอียดของความเร็วไม่น้อยกว่า 0.001 m / s
    - 2.1.7.3. Sampling rate สูงสุด ไม่น้อยกว่า 800/Hz
    - 2.1.7.4. ความละเอียดของตำแหน่งไม่น้อยกว่า 0.1 mm
  - 2.1.8. ความเร่ง (Accelerometer)
    - 2.1.8.1. ช่วงไม่น้อยกว่า 16 กรัม
    - 2.1.8.2. ความละเอียดไม่น้อยกว่า 0,01 g
    - 2.1.8.3. Sampling rate สูงสุด 500 Hz

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 2.2. รางสำหรับ DigiCart ยาวไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร                                 | จำนวน 1 ราง     |
| 2.2.1. สามารถปรับระดับได้   |                 |
| 2.2.2. มีสเกลบอกระดับมิลลิเมตร  |                 |
| 2.3. ขายึดสำหรับรางสามารถปรับระดับได้   | จำนวน 1 ชุด     |
| 2.4. ชุดปล่อยวัตถุโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า                                       | จำนวน 1 ชุด     |
| 2.4.1. มีสวิตช์ปุ่มกดสำหรับการกระตุ้น   |                 |
| 2.4.2. มีแรงดันไฟฟ้าอินพุตไม่น้อยกว่า 12 V                                      |                 |
| 2.5. เครื่องกำเนิดการสั่นสะเทือนแบบปรับได้พร้อมจอแสดงผลดิจิทัล                  | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2.6. Magnetic damping components  | จำนวน 1 ชุด     |
| 2.7. รอกสำหรับการทดลอง  | จำนวน 1 อัน     |
| 2.8. ตาชั่ง ขนาด 1000 กรัม  | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2.8.1. ความแม่นยำ 0.1 กรัม  |                 |
| 2.9. อุปกรณ์เสริมใช้สำหรับการทดลอง set A  | จำนวน 1 ชุด     |
| 2.9.1. มวล 50 กรัม จำนวน 5 อัน  |                 |
| 2.9.2. มวล 20 กรัม จำนวน 1 อัน  |                 |
| 2.9.3. มวล 10 กรัม จำนวน 5 อัน  |                 |
| 2.9.4. สกรูเกลียว (M6x10) จำนวน 14 อัน  |                 |
| 2.9.5. พลาสติกเกลียว (M4x18) จำนวน 5 อัน  |                 |
| 2.9.6. ระดับน้ำรูปทรงตัว T จำนวน 1 อัน  |                 |
| 2.9.7. Adhesive collision column จำนวน 1 คู่                                    |                 |
| 2.9.8. Magnetic collision column จำนวน 1 คู่                                    |                 |
| 2.10. อุปกรณ์เสริมใช้สำหรับการทดลอง set B                                       | จำนวน 1 ชุด     |
| 2.10.1. Helical spring 25 N/m จำนวน 2 อัน                                       |                 |
| 2.10.2. Helical spring 15 N/m จำนวน 2 อัน                                       |                 |
| 2.10.3. Helical spring 10 N/m จำนวน 2 อัน                                       |                 |
| 2.10.4. Hanger rod จำนวน 1 อัน  |                 |
| 2.11. มี App สำหรับโหลดใช้งานได้ฟรี   |                 |
| 2.11.1. สามารถ download เพื่อใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS        |                 |
| 2.11.1.1. สามารถแสดงผลในรูปแบบ Graphic gauge ได้                                |                 |
| 2.11.1.2. สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับเวลาในหน่วยวินาที |                 |
| 2.11.1.3. สามารถย่อและขยายกราฟได้   |                 |
| 2.11.1.4. ใช้เทคโนโลยี Bluetooth 4 หรือดีกว่า                                   |                 |

- 2.11.1.5. สามารถ export ข้อมูลในรูปแบบไฟล์และสามารถแชร์ผ่านอีเมลล์หรือ Line application ได้ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel
- 2.11.2. แอปพลิเคชันมีฟังก์ชันที่สามารถวัดค่าการทดลองได้ไม่น้อยกว่า 12 การทดลอง
  - 2.11.2.1. การเคลื่อนที่และความเร็วเฉลี่ย
  - 2.11.2.2. ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วชั่วขณะ
  - 2.11.2.3. ความเร็วและความเร่ง
  - 2.11.2.4. การเคลื่อนที่สม่ำเสมอเชิงเส้น
  - 2.11.2.5. เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างแรงและความเร่ง
  - 2.11.2.6. การเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์โดยแรงคงที่
  - 2.11.2.7. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างงานและความเร็ว 1
  - 2.11.2.8. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างงานและความเร็ว 2
  - 2.11.2.9. เพื่อหาทฤษฎีบทโมเมนตัม
  - 2.11.2.10. กฎการอนุรักษ์ทฤษฎีบทโมเมนตัม
  - 2.11.2.11. Magnetic Damping
  - 2.11.2.12. แรงการสั่นสะเทือนและสะท้อน
- 2.12. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ครอบคลุมพร้อมที่จะทำการทดลองอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ครอบคลุมพร้อมที่จะทำการทดลอง

### 3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือได้รับแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยมีหนังสือแต่งตั้งการเป็นตัวแทนเพื่อบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ
- 3.2 เป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าจากประเทศยุโรปหรืออเมริกา
- 3.3 คู่มือประกอบการทดลองไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.4 รับประกันคุณภาพ ไม่น้อยกว่า 1 ปี