

ชุดทดลองการเคลื่อนที่เชิงเส้นสารถหน้าห้องเรียนสำหรับอาจารย์ไม่น้อยกว่า 10 การทดลอง

## 1. คุณลักษณะทั่วไป

- ศึกษาการเคลื่อนที่
- ศึกษากฎของนิวตัน
- ศึกษาพลังงานศักย์พลังงานจลน์
- ศึกษาโมเมนตัม (การชนแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น)

## 2. คุณลักษณะเฉพาะ

- 2.1. รางแรงเสียดทานต่ำอลูมิเนียมขนาดยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร จำนวน 1 อัน
  - 2.1.1. ความยาว 1.53 เมตร
  - 2.1.2. ทำจากอลูมิเนียม
- 2.2. เครื่องนับเวลาแบบตัวเลข จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.2.1. แสดงผลด้วย LED 4 ตำแหน่ง หรือดีกว่า
  - 2.2.2. สามารถเลือกโหมดการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 4 โหมด ดังต่อไปนี้
    - 2.2.2.1. โหมดนับพัลส์ (Pulse) โดยเลือกที่ตำแหน่ง Count และสามารถนับพัลส์ได้ 0 ถึง 9999
    - 2.2.2.2. โหมดการวัดช่วงเวลาระหว่างการบั้งแสง โดยเลือกที่ตำแหน่ง และสามารถวัดเวลาได้ในช่วง 0 ถึง 9.999 วินาที
    - 2.2.2.3. โหมดการวัดช่วงเวลาระหว่างการบั้งแสง 2 ครั้ง โดยเลือกที่ตำแหน่งและสามารถวัดเวลาได้ในช่วง 0 ถึง 9.999 วินาที
    - 2.2.2.4. โหมดการวัดช่วงเวลาระหว่างการบั้งแสง 3 ครั้ง โดยเลือกที่ตำแหน่งและสามารถวัดเวลาได้ในช่วง 0 ถึง 9.999 วินาที
    - 2.2.2.5. ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของเครื่อง 5 ถึง 40 องศาเซลเซียส
- 2.3. รางไว้สำหรับวิ่งบนรางแรงเสียดทานต่ำ จำนวน 2 คัน
  - 2.3.1. มีแท่งเหล็กติดมากับรถเพื่อใช้เพิ่มน้ำหนัก
  - 2.3.2. มีตัวยึดและช็อกเกิด 4 มม. สำหรับใช้กับอุปกรณ์เสริมมากมาย
- 2.4. ตั้มน้ำหนักสีดำ ขนาด 10 กรัม จำนวน 4 อัน
- 2.5. ตั้มน้ำหนักสีดำขนาด 50 กรัม จำนวน 3 อัน
- 2.6. ตั้มน้ำหนักสีบรอนเงิน ขนาด 10 กรัม จำนวน 4 อัน
- 2.7. ตั้มน้ำหนักสีบรอนเงิน ขนาด 50 กรัม จำนวน 3 อัน
- 2.8. ตัวปล่อยวัตถุวิ่งบนรางเสียดทานต่ำ จำนวน 1 อัน
- 2.9. รอกสำหรับรางเสียดทานต่ำ จำนวน 1 อัน
  - 2.9.1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอก 25 มม.
- 2.10. จู๊ปร้อมปลั๊ก จำนวน 2 อัน

2.11. เชือกยาวไม่น้อยกว่า 200 เมตร	จำนวน 1
ชุด	
2.12. ตุ่มน้ำหนักสำหรับใส่รถยนต์ไม่น้อยกว่า 400 กรัม ± 5	จำนวน 2 อัน
2.13. แผ่นพร้อมปลั๊ก	จำนวน 1 อัน
2.14. ที่ยึดจับสำหรับรอก	จำนวน 1 อัน
2.15. เข็มพร้อมปลั๊ก	จำนวน 2
อัน	
2.16. แผ่นน้ำหนักขนาด 1 กรัม	จำนวน 20 แผ่น
2.17. ที่ยึดจับอุปกรณ์	จำนวน 1 อัน
2.18. ที่ยึดจับสำหรับ light barrier	จำนวน 4 อัน
2.19. แม่เหล็กพร้อมปลั๊ก	จำนวน 1 อัน
2.20. ที่ยึดปลายสำหรับรางเสียดทานต่ำ	จำนวน 2 อัน
2.21. งามใส่ยางพร้อมปลั๊ก	จำนวน 2 อัน
2.22. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่	จำนวน 1 อัน
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มม.	
- พร้อมตะขอเกี่ยว	
2.23. แผ่นกันแสงขนาดไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร	จำนวน 2 อัน
2.24. เครื่องชั่งขนาดไม่น้อยกว่า 2200 กรัม	จำนวน 1 เครื่อง
2.24.1. ความละเอียดในการอ่านค่า 1 กรัม	
2.24.2. จอแสดงผลแบบ LCD	
2.24.3. ใช้แบตเตอรี่แบบ 3 AA	
2.25. ชุดสมาร์ตเซ็นเซอร์สำหรับวัดการเคลื่อนที่	จำนวน 1 อัน
2.25.1. เป็นเซ็นเซอร์แบบ All in one เชื่อมต่อไร้สายผ่าน Bluetooth ใช้ได้กับ tablet ที่ใช้ระบบ iOS หรือ Android และสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบ Android	
2.25.2. มี App สำหรับโหลดใช้งานได้ฟรี	
2.25.2.1. สามารถ download เพื่อใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS	
2.25.2.2. สามารถแสดงค่าการวัดเป็นตัวเลขแบบ Realtime	
2.25.2.3. สามารถแสดงผลในรูปแบบ Graphic gauge ได้	
2.25.2.4. สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับ เวลาในหน่วยวินาที	
2.25.2.5. มีเครื่องมือที่ใช้ในการย่อและขยายกราฟ เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลการวัด	
2.25.2.6. มีเครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วัดได้	
2.25.2.7. มีฟังก์ชันในการจับเวลา และฟังก์ชันในการตั้งเวลานับถอยหลัง	

- 2.25.2.8. สามารถตั้งค่าอัตราการส่งข้อมูล (Sampling rate) ได้
  - 2.25.2.9. ในขณะที่ทำการวัด สามารถบันทึกรูปภาพ, วิดีโอ, เสียง, ข้อความ และ พิกัดของตำแหน่งที่กำลังทำการทดลองได้
  - 2.25.2.10. สามารถ export ข้อมูลในรูปแบบไฟล์และสามารถแชร์ผ่านอีเมลล์ หรือ Line application ได้
  - 2.25.2.11. ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel ได้
  - 2.25.3. ใช้เทคโนโลยี Bluetooth 4 หรือดีกว่า
  - 2.25.4. การเชื่อมต่อและใช้งาน (Plug & Play) เพียงแค่เปิดสวิตช์ของตัวเซนเซอร์และเปิดโปรแกรมเพื่อเลือกการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์
  - 2.25.5. ช่วงของการวัด 0.2 ... 2 เมตร
  - 2.25.6. ความละเอียดในการวัด 1 มิลลิเมตร
  - 2.25.7. แคมเปิลเรทหรืออัตราการส่งผ่านข้อมูล 50 Hz หรือดีกว่า
  - 2.25.8. ความจุของแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 250 mAh
  - 2.25.9. ระยะการเชื่อมต่อแบบไม่มีสิ่งกีดขวางโดยประมาณ 30 เมตร หรือมากกว่า
  - 2.25.10. ใช้งานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 5-40 องศาเซลเซียส, ความชื้นไม่น้อยกว่า 80%
  - 2.25.11. มีปุ่มเปิด-ปิด สามารถเปิด-ปิด ได้โดยการกดค้างไว้มากกว่า 3 วินาที
  - 2.25.12. มี LED แสดงสถานะการเชื่อมต่อ Bluetooth ดังต่อไปนี้
    - 2.25.12.1. ถ้าแสดงสีแดงทุก ๆ 2 วินาที แสดงว่ายังไม่ได้เชื่อมต่อ
    - 2.25.12.2. ถ้าแสดงสีเขียวทุก ๆ 2 วินาที แสดงว่าเชื่อมต่อแล้ว
    - 2.25.12.3. ถ้าแสดงสีเขียวทุก ๆ 4 วินาที แสดงว่ากำลังทำการวัดค่าอยู่
  - 2.25.13. มี LED แสดงสถานะของแบตเตอรี่ ถ้าแสดงสีแดงทุก ๆ 2 วินาที แสดงถึง Low battery
  - 2.26. สายวัด ยาว 2 เมตร จำนวน 1 อัน
  - 2.27. ที่วางแผ่นน้ำหนักมีตะขอกี๋ย จำนวน 1 อัน
  - 2.28. อุปกรณ์ประกอบการทดลองอื่น ๆ ครบสมบูรณ์พร้อมทำการทดลอง
- 3. รายละเอียดอื่น ๆ**
- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือได้รับแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยมีหนังสือแต่งตั้งการเป็นตัวแทนเพื่อบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ
  - 3.2 เป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าจากประเทศยุโรปหรืออเมริกา
  - 3.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
  - 3.4 คู่มือประกอบการทดลองไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 3.5 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี