

## ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 จำนวน 1 ห้อง

### ประกอบด้วย

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. ชุดทดลองพื้นฐานการวัด                    | จำนวน 1 ชุด |
| 2. ชุดทดลองโต๊ะแรง                          | จำนวน 1 ชุด |
| 3. ชุดทดลองเรื่องการตกอิสระ                 | จำนวน 1 ชุด |
| 4. ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์       | จำนวน 1 ชุด |
| 5. ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก | จำนวน 1 ชุด |
| 6. ชุดทดลองการเคลื่อนที่ในแนวราบ            | จำนวน 1 ชุด |
| 7. ชุดทดลองเรื่องกฎของก๊าซ                  | จำนวน 1 ชุด |
| 8. ชุดทดลองเรื่องการขยายตัวเชิงความร้อน     | จำนวน 1 ชุด |
| 9. ชุดการทดลองการนำความร้อน                 | จำนวน 1 ชุด |
| 10. ชุดทดลองกฎของเลนส์และการเลี้ยวเบนของแสง | จำนวน 1 ชุด |
| 11. ชุดทดลองการหาค่าความหนืด                | จำนวน 1 ชุด |
| 12. ตู้เก็บอุปกรณ์                          | จำนวน 4 ใบ  |

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. รายการ **ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์**
2. จำนวนที่ต้องการ **1 ชุด**
3. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

### 1. ชุดทดลองพื้นฐานการวัด จำนวน 1 ชุด

#### รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่ใช้ฝึกการวัดปริมาณต่างๆเช่น ความยาว ความโค้ง ขนาดของวัตถุ และสามารถอ่านค่าความคลาดเคลื่อนได้

#### รายละเอียดเฉพาะ

1. เวอร์เนียร์ จำนวน 1 อัน
  - 1.1 ทำจากสแตนเลส ไม่เป็นสนิม
  - 1.2 สามารถวัดค่าได้ในช่วง 150 มิลลิเมตรหรือ 6 นิ้วหรือดีกว่า
  - 1.3 ค่าความละเอียดในการอ่านค่า 1/20 มิลลิเมตร หรือ 1/128 นิ้วหรือดีกว่า
2. วัสดุตัวอย่างสำหรับวัดขนาด จำนวน 1 อัน
3. กระจกนํ้าล้น จำนวน 1 ใบ
  - 3.1 ทำจาก Plexiglas ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 270 มิลลิลิตร
4. กระจกตวงขนาด 100 มิลลิตร จำนวน 1 อัน
5. ฐานตั้งแบบปรับระดับขึ้นลงได้ พื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 200x200 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
6. สเฟียร์โรมิเตอร์ จำนวน 1 ตัว
  - 6.1 สำหรับวัดความหนาของแผ่นวัตถุ ความโค้งของเลนส์
  - 6.2 มีสเกลแนวตั้ง วัดค่าได้ตั้งแต่ -10 ถึง 15 มิลลิเมตรหรือดีกว่า
  - 6.3 ช่วงการวัด 0-25 มิลลิเมตร และ -10 ถึง 15 มิลลิเมตรหรือดีกว่า
  - 6.4 ค่า Screw pitch 0.5 มิลลิเมตรหรือดีกว่า
  - 6.5 ค่าความละเอียดในการวัด (Accuracy) 0.001 มิลลิเมตร
  - 6.6 มีระยะห่างระหว่างขาทั้งสามประมาณ 50 มิลลิเมตร
7. ชุดแผ่นกระจกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร 10 อัน/ชุด จำนวน 1 ชุด
8. ชุดแผ่นกระจกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร 10 อัน/ชุด จำนวน 1 ชุด
9. ไมโครมิเตอร์วัดนอก จำนวน 1 อัน
  - 9.1 ช่วงการวัดไม่น้อยกว่า 0 ถึง 25 มิลลิเมตร
  - 9.2 ค่าความละเอียดในการวัด 0.01 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

#### รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิต หรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้

## 2. ชุดทดลองโต๊ะแรง

จำนวน 1 ชุด

### รายละเอียดทั่วไป

1. สามารถสาธิตในเรื่องเวกเตอร์เช่น การบวกของเวกเตอร์ได้
2. สามารถตรวจสอบจุดสมดุลเมื่อมีแรง 2 แรงสมมาตรกันได้

### รายละเอียดเฉพาะ

1. ชุดโต๊ะแรงพร้อมรอก (Force Table) จำนวน 1 ชุด
  - 1.1 แผ่นวงกลมแบน จำนวน 1 แผ่น มีสเกลเป็นองศา 360 องศา จำนวน 2 วง ทั้งวงนอกและวงในมีความละเอียด 1 องศา หรือดีกว่า
  - 1.2 แผ่นวงกลมแบน มีขนาดไม่น้อยกว่า 290 มิลลิเมตร (สูง) x 380 มิลลิเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง) มีน้ำหนักประมาณ 3.1 กิโลกรัม
  - 1.3 ขาโต๊ะแบบแท่งเดี่ยว ยึดที่ตำแหน่งกลางโต๊ะ ทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง และฐานเป็นแบบ 5 แฉกสามารถถอดเก็บได้
  - 1.4 รอกชนิดมีที่จับ จำนวน 3 ชุด
    - 1.4.1 รอกแบบตลับลูกปืน (ball bearing)
    - 1.4.2 สามารถยึดจับกับแผ่นวงกลมของโต๊ะแรงได้
  - 1.5 ที่แขวนตุ้มน้ำหนัก (Slotted Weight) จำนวน 3 ชุด
  - 1.6 สลักสำหรับเสียบที่ศูนย์กลางโต๊ะ จำนวน 1 อัน
  - 1.7 ชุดตุ้มน้ำหนักทองเหลือง (Set of Slotted Weight) จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยน้ำหนักค่าต่างๆ ดังนี้
    - 1.7.1 น้ำหนัก 5 กรัม จำนวน 2 อัน
    - 1.7.2 น้ำหนัก 10 กรัม จำนวน 2 อัน
    - 1.7.3 น้ำหนัก 20 กรัม จำนวน 2 อัน
    - 1.7.4 น้ำหนัก 50 กรัม จำนวน 3 อัน
  - 1.8 เชือกสำหรับคล้องน้ำหนัก จำนวน 1 ชุด
    - 1.8.1 ทำด้วยเส้นเชือก มีจำนวน 3 เส้น ปลายทั้งสองด้านของเชือกแต่ละเส้นมีห่วงสำหรับคล้องวงแหวนพลาสติกและแขวนชุดตุ้มน้ำหนักทองเหลือง
    - 1.8.2 มีห่วงวงแหวนพลาสติก จำนวน 1 อัน

### รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้

### 3. ชุดทดลองการตกอย่างอิสระ

จำนวน 1 ชุด

#### รายละเอียดทั่วไป

1. สามารถศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตั้งของวัตถุที่ตกอย่างอิสระได้
2. สามารถหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก (g) ได้

#### รายละเอียดเฉพาะ

1. อุปกรณ์ชุดการตกอย่างอิสระ (Free Fall Apparatus) จำนวน 1 ชุด
  - 1.1 อุปกรณ์ปล่อยลูกบอล จำนวน 1 อัน
    - 1.1.1 จุดสัมผัสแบบ 3 จุด ของสวิทช์จะพร้อมทำงาน เมื่อนำลูกบอลโลหะไปวางในตำแหน่งพร้อมก่อนที่จะตกและทำงานหลังลูกบอลถูกปล่อยให้ตก
    - 1.1.2 ลูกบอลโลหะติดอยู่ได้โดยใช้แม่เหล็กขนาดเล็ก
    - 1.1.3 มีช่องสำหรับเสียบสายไฟต่อเข้ากับเครื่องนับสัญญาณเวลาเพื่อส่งสัญญาณเริ่มนับ
  - 1.2 เสาสามารถเลื่อนตำแหน่งความสูงได้ตั้งแต่ 20 ถึง 960 มิลลิเมตร หรือดีกว่า โดยมีสเกลบอกระยะติดอยู่แบบถาวรบนแท่งเหล็ก
  - 1.3 ฐานสำหรับรับลูกบอล จำนวน 1 อัน
    - 1.3.1 มีช่องสำหรับเสียบสายไฟต่อเข้ากับเครื่องนับสัญญาณเวลาเพื่อส่งสัญญาณหยุดนับ
    - 1.3.2 ฐานเป็นสี่เหลี่ยม มีแผ่นรองรับลูกบอลแบบวงกลมทำให้ลูกบอลไม่กระเด็นออกไปข้างนอก
  - 1.4 ลูกบอลโลหะ จำนวน 1 ชุด
    - 1.4.1 ลูกบอลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 14 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ลูก
2. เครื่องแสดงเวลาแบบดิจิทัล จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.1 แสดงผลด้วย LED ไม่น้อยกว่า 4 หลัก
  - 2.2 สามารถวัดเวลาได้ 1 มิลลิวินาที ถึง 9999 วินาที หรือดีกว่า
  - 2.3 มีระบบ Reset to Zero แบบอัตโนมัติ สำหรับการวัดแต่ละครั้ง
  - 2.4 มีจุดต่อสายไฟเป็นแบบ ปลั๊กเสียบขนาด 4 มิลลิเมตร จำนวน 3 จุด สำหรับ Start, Stop และ Ground
  - 2.5 มีขนาดไม่เกิน 110 x 80 x 40 มิลลิเมตร เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
  - 2.6 ใช้ไฟจาก Plug-in Power Supply ขนาด 5 โวลต์กระแสตรง
3. สายไฟสำหรับต่อวงจร จำนวน 1 ชุด

#### รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้

#### 4. ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์และบอลลิสติก

จำนวน 1 ชุด

##### รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่ใช้สำหรับศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ โดยสามารถวัดระยะการยิงและนำมาคำนวณหาค่าความเร็วต้นของโปรเจกไทล์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถหาค่าความเร็วต้นจากการศึกษาเรื่องการชนได้

##### รายละเอียดเฉพาะ

1. อุปกรณ์สำหรับศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ จำนวน 1 ชุด
  - 1.1 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ เช่น การยิงในแนวราบและแนวตั้ง ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นทางกับมุมของการยิง
  - 1.2 ประกอบด้วยเครื่องยิงและอุปกรณ์สำหรับติดตั้งเครื่องยิง
  - 1.3 สามารถยิงลูกบอลได้ 3 ระดับโดยระดับความแรงที่สุดที่มุม 45 องศา ยิงได้ระยะไกลสุดมากกว่า 4 เมตร
  - 1.4 มีสเกลสำหรับวัดมุมเพื่อบอกมุมที่เครื่องยิงกระทำกับแนวระดับได้ ตั้งแต่ 0 ถึง 90 องศา
  - 1.5 มีลูกบอลพลาสติกสำหรับยิง มีน้ำหนักประมาณ 7 กรัม เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร จำนวน 3 ลูก
2. ชุดทดลองบอลลิสติกเพนดูลัม จำนวน 1 ชุด
  - 2.1 เป็นชุดสำหรับศึกษาเรื่องการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น
  - 2.2 ชุดทดลองบอลลิสติกเพนดูลัมมีความสูงไม่น้อยกว่า 365 มิลลิเมตร
  - 2.3 มีตุ้มน้ำหนัก จำนวน 2 อัน แต่ละอันมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 15 กรัม
  - 2.4 ฐานชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 120×120 มิลลิเมตร
3. นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล จำนวน 1 เรือน
  - 3.1 แสดงผลด้วย LCD 7 ตำแหน่ง
  - 3.2 ช่วงการวัด 9 ชั่วโมง, 59 นาที, 59 วินาที, 99/100 วินาทีหรือดีกว่า และความละเอียดในการวัด 1/100 วินาทีหรือดีกว่า
  - 3.3 มีปุ่ม Start, Stop และ Split/Reset
4. ไม้บรรทัดแบบตั้งพร้อมตัวชี้ตำแหน่ง 1 คู่ จำนวน 1 ชุด
5. ตลับเมตร สามารถวัดความยาวได้ไม่น้อยกว่า 1.9 เมตร จำนวน 1 อัน
6. ฐานสำหรับตั้งไม้บรรทัด จำนวน 1 อัน

##### รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้

5. ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก

จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

สามารถศึกษาคาบการสั่นแบบซิมเปิลฮาร์โมนิกได้

รายละเอียดเฉพาะ

1. เครื่องแสดงเวลาแบบดิจิทัล 5 ตำแหน่ง จำนวน 1 เครื่อง
  - 1.1 แสดงผลด้วย LED ไม่น้อยกว่า 4 ตำแหน่ง
  - 1.2 สามารถวัดเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 มิลลิวินาที ถึง 99999 วินาที หรือดีกว่า
  - 1.3 สามารถวัดค่าเวลาละเอียดสูงสุด (Resolution) 0.1 มิลลิวินาที หรือดีกว่า
  - 1.4 สามารถวัดความถี่ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 100 กิโลเฮิร์ต หรือดีกว่า
  - 1.5 มีปุ่มสำหรับกด Start/Stop และ Reset อยู่ด้านหน้าเครื่อง
  - 1.6 มีจุดเชื่อมต่อเป็นแบบ DIN-8 pole และแบบปลั๊กเสียบขนาด 4 มิลลิเมตร
  - 1.7 สามารถต่อกับหัววัดรังสีแบบ Geiger ได้ทางช่อง BNC
  - 1.8 มีสวิทช์เปิดปิดเสียงลำโพงได้
  - 1.9 ใช้ไฟจาก Power-line adapter 12 โวลต์ กระแสตรง
2. เซนเซอร์จับเวลา จำนวน 1 อัน
  - 2.1 เป็นเซนเซอร์สำหรับทดลองเรื่องการตกอิสระ, การเคลื่อนที่บนรางลมหรือการแกว่งแบบเพนดูลัม และจำนวนครั้งการวัด โดยใช้แสงแบบอินฟราเรดในการจับสัญญาณ
  - 2.2 ใช้สายเชื่อมต่อสัญญาณแบบ 8 pin mini DIN
  - 2.3 เซนเซอร์มีช่องกว้างไม่น้อยกว่า 79 มิลลิเมตร
  - 2.4 ความละเอียดของการจับเวลา 0.1 มิลลิวินาทีหรือดีกว่า
  - 2.5 ความละเอียดระยะห่างไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตรหรือดีกว่า
  - 2.6 มีค่า Rise time ประมาณ 60 นาโนวินาที
  - 2.7 มีช่องแสงอินฟราเรดทำงานในลักษณะ laser pointer ใช้สำหรับการแข่งกีฬาได้
3. ชุดลูกตุ้มเพนดูลัมพร้อมเชือก จำนวน 1 ชุด
4. ฐานตั้งสามขาขนาดไม่น้อยกว่า 170 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
5. แท่งสแตนเลสขนาดไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร x 1450 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
6. เครื่องชั่งดิจิทัลขนาด 200 กรัม จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิต หรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้

## 6. ชุดทดลองการเคลื่อนที่ในแนวราบ

จำนวน 1 ชุด

### รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่สามารถศึกษาหา ความเร็ว และความเร่ง ของการเคลื่อนที่ใน 1 มิติได้

### รายละเอียดเฉพาะ

- 1 เครื่องแสดงเวลาแบบดิจิทัล 5 ตำแหน่ง จำนวน 1 เครื่อง
  - 1.1 แสดงผลด้วย LED ไม่น้อยกว่า 4 ตำแหน่ง
  - 1.2 สามารถวัดเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 มิลลิวินาที ถึง 99999 วินาที หรือดีกว่า
  - 1.3 สามารถวัดค่าเวลาละเอียดสูงสุด (Resolution) 0.1 มิลลิวินาที หรือดีกว่า
  - 1.4 สามารถวัดความถี่ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 100 กิโลเฮิร์ต หรือดีกว่า
  - 1.5 มีปุ่มสำหรับกด Start/Stop และ Reset อยู่ด้านหน้าเครื่อง
  - 1.6 มีจุดเชื่อมต่อเป็นแบบ DIN-8 pole และแบบปลั๊กเสียบขนาด 4 มิลลิเมตร
  - 1.7 สามารถต่อกับหัววัดรังสีแบบ Geiger ได้ทางช่อง BNC
  - 1.8 มีสวิทช์เปิดปิดเสียงลำโพงได้
  - 1.9 ใช้ไฟจาก Power-line adapter 12 โวลต์ กระแสตรง
- 2 เซนเซอร์จับเวลา จำนวน 1 อัน
  - 2.1 เป็นเซนเซอร์สำหรับทดลองเรื่องการตกอิสระ, การเคลื่อนที่บนรางลมหรือการแกว่งแบบเพนดูลัมและจำนวนครั้งการวัด โดยใช้แสงแบบอินฟราเรดในการจับสัญญาณ
  - 2.2 ใช้สายเชื่อมต่อสัญญาณแบบ 8 pin mini DIN
  - 2.3 เซนเซอร์มีช่องกว้างไม่น้อยกว่า 79 มิลลิเมตร
  - 2.4 ความละเอียดของการจับเวลา 0.1 มิลลิวินาทีหรือดีกว่า
  - 2.5 ความละเอียดระยะห่างน้อยกว่า 1 มิลลิเมตรหรือดีกว่า
  - 2.6 มีค่า Rise time ประมาณ 60 นาโนวินาที
  - 2.7 มีช่องแสงอินฟราเรดทำงานในลักษณะ laser pointer ใช้สำหรับการแข่งกีฬาได้
- 3 ชุดรางทดลอง ความยาวไม่น้อยกว่า 1,700 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด
  - 3.1 มีฐานปรับระดับแบบ 3 จุด สำหรับปรับไม่ให้รางเอียง
  - 3.2 รถทดลองแบบแรงเสียดทานต่ำ โดยใช้ล้อแบบ Ball Bearing จำนวน 2 คัน
  - 3.3 รถทดลองมีแม่เหล็กติดอยู่ที่ตัวรถ สำหรับการทดลองการชนกันแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น
  - 3.4 รถทดลองมีมวลไม่น้อยกว่า 450 กรัม
  - 3.5 มีที่ยึดเซนเซอร์แสงกับราง จำนวน 2 อัน
  - 3.6 มีรอกแรงเสียดทานต่ำ จำนวน 1 อัน
  - 3.7 มีน้ำหนักขนาดไม่น้อยกว่า 450 กรัม สำหรับเพิ่มให้รถทดลอง
  - 3.8 มี Contact-Breakers จำนวน 1 อัน
4. อุปกรณ์วัดเวลา จำนวน 1 เครื่อง
  - 4.1 มีช่องสัญญาณเซนเซอร์เข้าอานาล็อกแบบ 8 pin miniDIN จำนวน 2 ช่อง
  - 4.2 มีช่องสัญญาณเซนเซอร์ออกอานาล็อกแบบ 8 pin miniDIN จำนวน 2 ช่อง
  - 4.3 มีช่อง Voltage Output แบบ 4-mm safety socket จำนวน 2 ช่อง
  - 4.4 มีช่องสัญญาณเข้าแบบดิจิทัล 4 channels สามารถรับสัญญาณแบบ TTL ได้และมีอัตราการสุ่มตัวอย่างสูงสุดที่ 100 kilo samples/sหรือดีกว่า โดยใช้ช่องต่อแบบ 8 pin miniDINจำนวน 1 ช่อง

- 4.5 มีช่องสัญญาณออกแบบดิจิตอล 6 channels สามารถรับสัญญาณแบบ TTL ได้โดยใช้ช่องต่อแบบ 8 pin miniDIN 1 ช่อง
- 4.6 มีช่องวัดกระแส ช่วงการวัด 0 ถึง  $\pm 200$  มิลลิแอมแปร์และ 0 ถึง  $\pm 2$  แอมแปร์หรือดีกว่า แบบ 4-mm safety socket จำนวน 1 ช่อง
- 4.7 มีช่องวัดศักย์ ช่วงการวัด 0 ถึง  $\pm 200$  มิลลิโวลต์, 0 ถึง  $\pm 2$  โวลต์ และ 0 ถึง  $\pm 20$  โวลต์หรือดีกว่า แบบ 4-mm safety socket จำนวน 2 ช่อง
- 4.8 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB
- 4.9 มีหน่วยความจำภายในไม่น้อยกว่า 125 กิโลไบต์
- 4.10 แสดงผลแบบดิจิตอลแบบ Dot-matrix display
- 4.11 ใช้ไฟ 4.5 โวลต์กระแสตรง/300 มิลลิแอมแปร์ หรือ แบตเตอรี่ขนาด AA หรือ NiMH ได้

#### รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้



## 7. ชุดทดลองเรื่องกฎของก๊าซ

จำนวน 1 ชุด

### รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดันของก๊าซที่อุณหภูมิคงที่ตามกฎของบอยล์

### รายละเอียดเฉพาะ

#### 1. ชุดอุปกรณ์ Boyle – Mariotte

จำนวน 1 ชุด

- 1.1 เป็นชุดทดลองพื้นฐานตามกฎของบอยล์ ประกอบด้วย อะคลีลิกทรงกระบอก ลูกสูบ มาณอมิเตอร์ วาล์วเปิด/ปิดการไหลของอากาศ
- 1.2 อุปกรณ์มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 280 มิลลิเมตร
- 1.3 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 35 มิลลิเมตร
- 1.4 ลูกสูบมีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 35 มิลลิเมตร
- 1.5 มาณอมิเตอร์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร
- 1.6 สามารถวัดค่าแรงดันสูงสุด 4 บาร์หรือดีกว่า

### รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้

## 8. ชุดทดลองเรื่องการขยายตัวเชิงความร้อน

จำนวน 1 ชุด

### รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์สำหรับการวัดค่าการขยายตัวเชิงเส้นของโลหะที่ขึ้นอยู่กับความยาวและชนิดของวัสดุ

### รายละเอียดเฉพาะ

1. อุปกรณ์ชุดทดลองการขยายตัวเชิงเส้น จำนวน 1 ชุด
  - 1.1 เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษาเรื่องการขยายตัวเชิงเส้นของโลหะ ประกอบด้วย แท่งตัวอย่าง 3 แท่ง ได้แก่ เหล็ก ทองแดง และแก้ว
  - 1.2 มีขนาดของสเกลไม่น้อยกว่า 140 มิลลิเมตร × 200 มิลลิเมตร
  - 1.3 ช่วงการวัด 1 มิลลิเมตรหรือดีกว่า
  - 1.4 ความยาวของแท่งตัวอย่างมีขนาดประมาณ 650 มิลลิเมตร
  - 1.5 ชุดทดลองมีขนาดประมาณ 730 มิลลิเมตร × 50 มิลลิเมตร × 200 มิลลิเมตร
2. เกจวัดความยาวของวัสดุที่ขยายตัว จำนวน 1 อัน
3. เครื่องกำเนิดไอน้ำ จำนวน 1 เครื่อง
  - 3.1 แผ่นฐานความร้อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 85 มิลลิเมตร
  - 3.2 ใช้กำลังไฟ 550 วัตต์ หรือดีกว่า
  - 3.3 มีขนาดของตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 160 มิลลิเมตร × 170 มิลลิเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง)
4. เทอร์โมมิเตอร์ จำนวน 1 อัน
5. ท่อซิลิกอน จำนวน 1 เส้น

### รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิต หรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้

## 9. ชุดการทดลองการนำความร้อน

จำนวน 1 ชุด

### รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดการทดลองเพื่อหาค่าการนำความร้อนของแท่งอะลูมิเนียมและทองแดง

รายละเอียดเฉพาะ

### แต่ละชุดประกอบด้วย

1. ชุดอุปกรณ์การนำความร้อน จำนวน 1 ชุด
2. แท่งอะลูมิเนียมนำความร้อน จำนวน 1 แท่ง
3. แท่งทองแดงนำความร้อน จำนวน 1 แท่ง
4. แหล่งจ่ายกระแสไฟตรง จำนวน 1 เครื่อง
  - 4.1 จ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0-20 โวลต์หรือดีกว่า
  - 4.2 จ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0-5 แอมแปร์หรือดีกว่า
5. เครื่องวัดอุณหภูมิชนิดประมวลผลเร็วแบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง
  - 5.1 สามารถวัดอุณหภูมิได้ทั้ง องศาเซลเซียสและ องศาฟาเรนไฮต์
  - 5.2 วัดอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสได้ตั้งแต่ -65 ถึง 1150 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
  - 5.3 วัดอุณหภูมิในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ได้ตั้งแต่ -85 ถึง 1999 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
  - 5.4 ความละเอียดในการวัดในหน่วยองศาเซลเซียส 0.1 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
  - 5.5 ความละเอียดในการวัดในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ 1 องศาฟาเรนไฮต์หรือดีกว่า
  - 5.6 หน้าจอแสดงผล LCD สามหลัก
6. หัววัดอุณหภูมิ NiCr-Ni แบบ K-type จำนวน 1 อัน
  - 6.1 ช่วงในการวัดตั้งแต่ -65 ถึง 550 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
  - 6.2 ระยะเวลาในการแสดงผล ไม่เกิน 3 วินาที
7. สายไฟใช้ในการทดลอง จำนวน 1 สาย
8. ปีกเกอร์ทรงต่ำ บรรจุได้สูงสุด 600 มิลลิลิตร จำนวน 10 ใบ

### รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้

## 10. ชุดทดลองเรื่องกฎของเลนส์และการเลี้ยวเบนของแสง

จำนวน 1 ชุด

### รายละเอียดทั่วไป

1. สามารถใช้ศึกษาหาความยาวโฟกัสของเลนส์ และกฎการเกิดภาพได้
2. สามารถใช้ศึกษาการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตแบบต่างๆได้

### รายละเอียดเฉพาะ

1. ชุดทดลองกฎของเลนส์พื้นฐาน จำนวน 1 ชุด  
เป็นชุดทดลองกฎของเลนส์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้
  - 1.1 หลอดไฟ จำนวน 1 อัน
  - 1.2 แหล่งจ่ายไฟขนาดไม่น้อยกว่า 12 โวลต์ 25 VA จำนวน 1 เครื่อง
  - 1.3 รางทดลองทัศนศาสตร์ความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร จำนวน 1 อัน
  - 1.4 ที่ยึดแบบสไลด์สำหรับวางบนรางทดลองทัศนศาสตร์ จำนวน 6 อัน
  - 1.5 แคลมป์ จำนวน 2 อัน
  - 1.6 เลนส์นูนความยาวโฟกัสไม่น้อยกว่า +50 มิลลิเมตร จำนวน 2 อัน
  - 1.7 เลนส์นูนความยาวโฟกัสไม่น้อยกว่า +100 มิลลิเมตร จำนวน 2 อัน
  - 1.8 เลนส์นูนความยาวโฟกัสไม่น้อยกว่า +150 มิลลิเมตร จำนวน 2 อัน
  - 1.9 เลนส์นูนความยาวโฟกัสไม่น้อยกว่า +300 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
  - 1.10 เลนส์นูนความยาวโฟกัสไม่น้อยกว่า +500 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
  - 1.11 เลนส์เว้าความยาวโฟกัสไม่น้อยกว่า -100 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
  - 1.12 เลนส์เว้าความยาวโฟกัสไม่น้อยกว่า -500 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
  - 1.13 ไดอะแฟรมสลิตแบบ 1 ช่อง จำนวน 1 อัน
  - 1.14 ไดอะแฟรมสลิตแบบ 3 ช่อง จำนวน 1 อัน
  - 1.15 ฉากรับแสงพื้นขาว จำนวน 1 อัน
  - 1.16 ฉากรับแสงพื้นโปร่งใส จำนวน 1 อัน
  - 1.17 ฟิลเตอร์สีแดง เหลือง น้ำเงิน และเขียว จำนวน 1 อัน
  - 1.18 ไม้บรรทัดความยาวไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
  - 1.19 ตัวรับแสงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
  - 1.20 ตัวรับแสงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
2. ชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับทดลองเรื่องการแทรกสอดและเลี้ยวเบน จำนวน 1 ชุด
  - 2.1 รางทดลองทัศนศาสตร์ความยาวไม่น้อยกว่า 0.5 เมตร จำนวน 1 อัน
  - 2.2 สลิตแบบปรับความกว้างของช่องเปิดได้ จำนวน 1 อัน
  - 2.3 แผ่นไดอะแฟรม แบบ 9 Circular disk จำนวน 1 อัน
  - 2.4 แผ่นไดอะแฟรม แบบ 9 Circular holes จำนวน 1 อัน
  - 2.5 แผ่นไดอะแฟรม แบบ 3 individual slits and 1 double slit จำนวน 1 อัน
  - 2.6 แผ่นไดอะแฟรม แบบ 4 multiple slits and grating จำนวน 1 อัน
  - 2.7 แผ่นไดอะแฟรม แบบ 3 ruled grating จำนวน 1 อัน
  - 2.8 ตัวปรับแบบไมโครมิเตอร์ จำนวน 1 อัน
  - 2.9 กระจก Fresnel จำนวน 1 อัน

3. เลเซอร์ไดโอด สีแดง จำนวน 1 ตัว
- 3.1 โครงทำจากอลูมิเนียม
  - 3.2 ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร  $\pm 5$  นาโนเมตรหรือดีกว่า
  - 3.3 มีกำลังอยู่ระหว่าง 0.6 มิลลิวัตต์ ถึง 1 มิลลิวัตต์
  - 3.4 ขนาดของจุดที่ระยะ 5 เมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 8 มิลลิเมตร
  - 3.5 มีค่า Divergence น้อยกว่า 1 mrad
  - 3.6 ใช้ไฟขนาด 6 ถึง 12 โวลต์กระแสตรง ผ่าน Converter 230 โวลต์ AC/DC
  - 3.7 เป็น Laser Protection class II
  - 3.8 สามารถต่อกับ แท่งสแตนเลสขนาด 10 มิลลิเมตรได้

- 4 อุปกรณ์สำหรับยึดจับเลเซอร์ไดโอด จำนวน 1 อัน

**รายละเอียดอื่นๆ**

- 1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
- 4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิต หรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้

## 11. ชุดทดลองการหาค่าความหนืด

จำนวน 1 ชุด

### รายละเอียดทั่วไป

สามารถใช้ศึกษาหาความหนืดของตัวอย่างชนิดต่างๆได้ โดยใช้วิธีปล่อยลูกบอลตก

### รายละเอียดเฉพาะ

1. ชุดท่อสำหรับปล่อยลูกบอล จำนวน 1 ชุด
  - 1.1 ทำจากอะคริลิก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน
  - 1.2 ความสูงของท่อไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร
  - 1.3 มีฐานมั่นคงแข็งแรง
  - 1.4 มีช่องสำหรับเปลี่ยนถ่ายของเหลวออกได้
2. นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล จำนวน 1 เรือน
  - 2.1 แสดงผลด้วย LCD 7 ตำแหน่ง
  - 2.2 ช่วงการวัด 9 ชั่วโมง, 59 นาที, 59 วินาที, 99/100 วินาทีหรือดีกว่า ความละเอียดในการวัด 1/100 วินาทีหรือดีกว่า
  - 2.3 มีปุ่ม Start, Stop และ Split/Reset

### รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้

## 12. ตู้เก็บอุปกรณ์

จำนวน 4 ใบ

### รายละเอียดทั่วไป

1. ตู้เหล็ก 2 บานเลื่อนกระจกสูง มีมือจับแบบฝัง ภายในมีชั้นปรับระดับได้อย่างน้อย 3 อัน
2. วัสดุทำจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร
3. โครงตู้หนาไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร ฟันเคลือบด้วยสีอีพอกซี
4. มีขนาดไม่น้อยกว่า 85(กว้าง)x40(ลึก)x170(สูง) เซนติเมตร

### รายละเอียดอื่นๆ

1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีคู่มือการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยุโรปหรืออเมริกา โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
4. มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยืนยันการสนับสนุนด้านบริการหลังการขายโดยตรงจากบริษัทฯ ผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิตในประเทศ โดยระบุเลขที่เอกสารการสอบราคาในครั้งนี้
5. ส่งมอบภายใน 120 วัน