

# ปฏิบัติการที่ 1

## การวัดอย่างวัดละเอียด

การวัดเป็นกระบวนการหนึ่ง ที่ สำคัญในการศึกษาทางฟิสิกส์ ซึ่งมีหน่วยการวัดหลายระบบแต่ระบบที่ ใช้อย่างแพร่หลายได้แก่ระบบวัดระหว่างชาติ ที่ เรียกว่า SI unit ในปฏิบัติการนี้ จะเลือกศึกษาเฉพาะระบบ SI เท่านั้น ในการวัดสิ่ง ของต่างๆ ต้องใช้เครื่องมือวัดที่ เหมาะสมกับงานที่ จะวัด เพื่อ หลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนที่ อาจเกิดขึ้น ระหว่างการทดลองนี้ จึงควรศึกษาการใช้เครื่องมือวัดให้เข้าใจ

### วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการใช้และเพิ ษทักษะการใช้เครื่องมือวัด เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ สเฟียโรมิเตอร์ และ ไมโครมิเตอร์
2. สามารถอ่านค่าจากเครื่องมือวัดที่ถูกต้องตามขนาดจริงของ วัตถุที่ กำหนดให้

### อุปกรณ์การทดลอง

1. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ จำนวน 1 อัน
2. ไมโครมิเตอร์ จำนวน 1 อัน
3. สเฟียโรมิเตอร์ จำนวน 1 อัน
4. วัตถุรูปทรงต่างๆ ที่ กำหนดให้
  - 4.1 ทรงกลมตัน (ลูกปิ่นเหล็ก)
  - 4.2 ทรงกระบอกกลวง ปลายเล็กและใหญ่
  - 4.3 เส้นลวด
  - 4.4 เลนส์นูน

วิธีการทดลอง ทดลองและบันทึกผลในตาราง แบ่งการทดลองนี้ เป็น 3 ตอน

#### ตอนที่ 1 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์

1. ใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์วัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก ( $d_1$ ) เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ( $d_2$ ) ของทรงกระบอกกลวง บันทึกผลการทดลอง และให้ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ึ่ง หาค่าเฉลี่ย
2. ใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์วัดความสูง ( $h$ ) ของทรงกระบอกกลวง บันทึกผลการทดลอง และให้ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ึ่ง หาค่าเฉลี่ย

**ตอนที่ 2 ไมโครมิเตอร์**

2.1 ใช้ไมโครมิเตอร์วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวดและคำนวณหาปริมาตรของเส้นลวด โดยกำหนดความยาว 5 เซนติเมตร ให้ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ย

2.2 ใช้ไมโครมิเตอร์วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกลมตันบันทึกผลการทดลอง ให้ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ย

2.3 คำนวณหาปริมาตร (V) ของทรงกลมตันจากสูตรต่อไปนี้

**ปริมาตรของทรงกลม**

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad ; \quad r = \text{รัศมีของทรงกลม}$$

**ตอนที่ 3 สเฟียโรมิเตอร์**

1. ใช้สเฟียโรมิเตอร์วัดหรัศมีความโค้งของเลนส์นูน

**บันทึกผลการทดลอง****ตอนที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอก PVC**

| ท่อ PVC  |        | เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm) |   |   |   |   |        |
|----------|--------|------------------------|---|---|---|---|--------|
|          |        | 1                      | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
| ปลายเล็ก | ภายใน  |                        |   |   |   |   |        |
|          | ภายนอก |                        |   |   |   |   |        |
| ปลายใหญ่ | ภายใน  |                        |   |   |   |   |        |
|          | ภายนอก |                        |   |   |   |   |        |

**ตอนที่ 2 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดและทรงกลม**

| วัสดุ          | เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm) |   |   |   |   |        |
|----------------|------------------------|---|---|---|---|--------|
|                | 1                      | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
| ทรงกลมตัน (mm) |                        |   |   |   |   |        |
| เส้นลวด (mm)   |                        |   |   |   |   |        |

**จงแสดงการคำนวณปริมาตรของทรงกลมตัน**

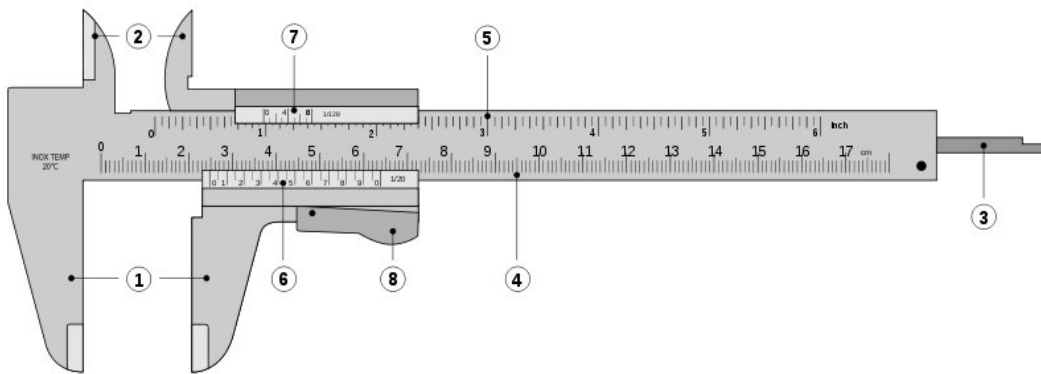
**ตอนที่ 3 วัดรัศมีความโค้งของผิวโค้งด้วยสเฟียโรมิเตอร์**

| วัสดุ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
|-------|---|---|---|---|---|--------|
| เลนส์ |   |   |   |   |   |        |

## คู่มือการวัดอย่างละเอียด

### เวอร์เนียคาลิเปอร์ (VERNIER CALIPER)

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวของวัตถุทั้งภายในและภายนอกของซีเวอ์เนียคาลิเปอร์มีลักษณะที่ วไป ดังรูป



เวอร์เนียคาลิเปอร์

### ส่วนประกอบของเวอร์เนียคาลิเปอร์

- ตำแหน่ง ① เรียกว่า ปากวัด ใช้หนีบวัตถุที่ต้องการวัดขนาด
- ตำแหน่ง ② เรียกว่า ปากวัด ใช้วัดขนาดภายในของวัตถุ
- ตำแหน่ง ③ เรียกว่า แกน G ใช้วัดความลึก
- ตำแหน่ง ④, ⑤ เรียกว่า สเกลหลัก เป็นสเกลไม้บรรทัดธรรมดา ซึ่ง เป็นเซนติเมตร (cm) และนิ (inch)
- ตำแหน่ง ⑥ เรียกว่า สเกลเวอร์เนีย ซึ่ง จะเลื่อนไปมาได้บนสเกลหลัก
- ตำแหน่ง ⑦ เรียกว่า สกรู ใช้ยึดสเกลเวอร์เนียไว้ให้ติดกับสเกลหลัก
- ตำแหน่ง ⑧ เรียกว่า ปุ่ม ใช้กดเลื่อนสเกลเวอร์เนียไปบนสเกลหลัก

### ค่าความละเอียดของเวอร์เนีย

$$\text{ค่าความละเอียด (Least Count)} = \frac{1}{n}, \quad n = \text{จำนวนช่องของสเกลเวอร์เนีย}$$

โดยปกติแล้ว ตัวเลขที่ แสดงค่าความละเอียดที่ สุดของเครื่องมือวัดนี้ มักจะเขียนไว้บนสเกลเวอร์เนียในหน่วยต่างๆ เสมอ เช่น 0.1 mm. สำหรับสเกลเวอร์เนียชนิด 10 ช่องหรือจำนวนช่อง 10 ช่อง (n = 10)

0.05 mm. สำหรับสเกลเวอร์เนียชนิด 20 ช่องหรือจำนวนช่อง 20 ช่อง (n = 20)

0.02 mm. สำหรับสเกลเวอร์เนียชนิด 50ช่องหรือจำนวนช่อง 50 ช่อง (n = 50)

**หมายเหตุ** เวอร์เนียที่ใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นี้จะเป็นชนิด n = 20

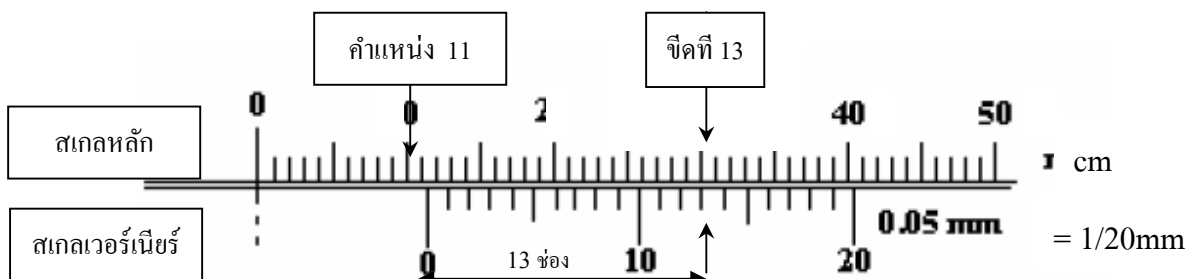
0.05 mm หมายความว่า 1 ช่องสเกลเวอร์เนียมีขนาดเท่ากับ 0.05 mm

### ลำดับการอ่านค่าจากการวัด

1. ก่อนใช้เวอร์เนียต้องตรวจสอบว่ามีค่าความละเอียดของเวอร์เนีย ( least count ) มีค่าเท่าใด โดยดูจากตัวเลขที่ เขียนไว้บนสเกลเวอร์เนีย หรืออาจจะคำนวณจากสูตร  $least\ count = \frac{1}{n}$
2. ดูว่าขีดที่ ศูนย์ของสเกลเวอร์เนียอยู่ที่ ตำแหน่งศูนย์บนสเกลหลัก แล้วอ่านค่าบนสเกลหลักในหน่วยเซนติเมตรหรือนิ ตามหน่วยที่ เราต้องการ
3. ใช้ นิ้วหัวแม่มือดันสเกลเวอร์เนียที่ ตำแหน่งที่ ๑๓ (ดังรูป ) ทางออก ให้พอที่ ปากของเวอร์เนียหนีวัตถุที่ ต้องการวัดให้พอดีแล้วบันทึกค่า ที่ ตำแหน่งศูนย์ของสเกลเวอร์เนียตรงกับสเกลหลัก
4. จากนั้น หาตำแหน่งที่ สเกลเวอร์เนียกับสเกลหลักตรงกัน แล้วบันทึกค่าสเกลเวอร์เนีย (หรือนับจำนวนช่องของสเกลเวอร์เนียจนถึงขีดที่ ตรงกัน)
5. สเกลเวอร์เนียสเกลแรก ที่ ตรงกับสเกลหลักคือสเกลใด
6. คำนวณหาขนาดของวัตถุที่ วัดจากสูตร

|  |         |         |
|--|---------|---------|
| ผลการวัด = ค่าสเกลหลัก + (ค่าสเกลเวอร์เนีย × ค่าความละเอียดของเวอร์เนีย) |         |         |
| (ข้อ 3)  | (ข้อ 4) | (ข้อ 1) |

ตัวอย่างการอ่านสเกลเวอร์เนีย ผลการวัดของวัตถุอันหนึ่ง แสดงค่าที่ อ่านดังรูป


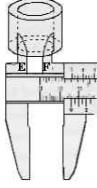



1. หาค่าของสเกลหลัก จากรูปด้านบนขีดที่ ศูนย์ของสเกลเวอร์เนียตรงกับสเกลหลักตำแหน่งที่ 1.1 เซนติเมตร (เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก)
2. หาค่าของสเกลเวอร์เนีย ได้จากการนับจำนวนช่องขีดของสเกลเวอร์เนียที่ตรงกับขีดบนสเกลหลักอยู่ที่ ขีดที่ 13 เท่าใด ช่อง = ขีดที่ 13)
3. ผลการวัด = ค่าสเกลหลัก + {ค่าสเกลเวอร์เนีย × ค่าความละเอียดของเวอร์เนีย(Least count)}

**แทนค่า** ค่าสเกลหลัก = 1.1 เซนติเมตร , ค่าสเกลเวอร์เนีย = 13 , Least count = 0.05 มิลลิเมตร

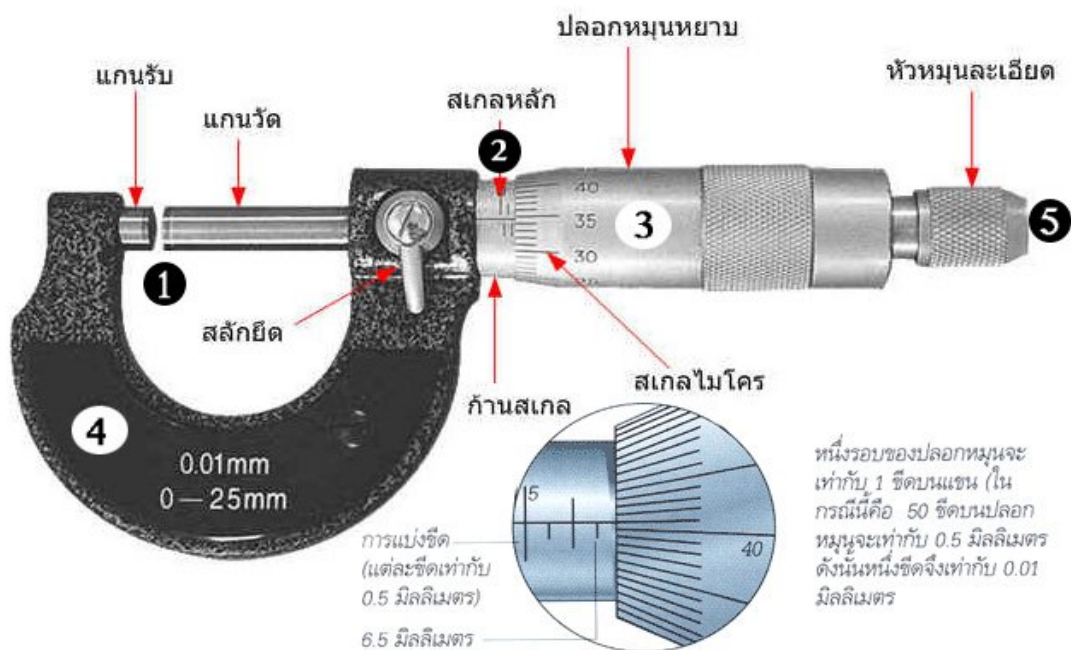
ฉะนั้น ผลการวัด  $1.1\text{ เซนติเมตร} + (13 \times 0.05)\text{ มิลลิเมตร}$   
 $= 1.1 \times 10^{-2} \times 10^3\text{ มิลลิเมตร} + 0.65\text{ มิลลิเมตร}$   
 $= 11.65\text{ มิลลิเมตร}$

## การใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์วัดขนาดของวัตถุในหลายลักษณะดังรูป

|   |  |  |
|---|--|--|
|  <p>ในการวัดความยาวของแท่งวัตถุ<br/>เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกระบอกและทรง<br/>กลม</p> |  <p>การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน<br/>ของวงแหวน ทรงกระบอกกลวง</p> |  <p>การวัดความลึกของวัตถุ</p> |
|---|--|--|

## ไมโครมิเตอร์ (Micrometer)

เป็นเครื่องมือวัดขนาดของวัตถุที่ต้องการความละเอียดสูงในระดับทศนิยมตำแหน่งในหน่วยมิลลิเมตร เครื่องวัดชนิดนี้ อาศัยหลักการ การเคลือบสี ของสกรู ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังแสดงในรูปไมโครมิเตอร์



## ไมโครมิเตอร์

- ตำแหน่ง ① เป็นตำแหน่งที่วัดระยะ
- ตำแหน่ง ② เป็นสเกลหลักด้านเป็น 0,1,2 มิลลิเมตร และด้านล่างเป็น 0.5, 1.5 ,2.5 มิลลิเมตร  
นั่นคือ  $0.5$  มิลลิเมตร
- ตำแหน่ง ③ เป็นสเกลเวอร์เนียร์ (มีจำนวน 50 ช่อง รอบแกน)
- ตำแหน่ง ④ เป็นตำแหน่งที่ จับขงทำการวัด
- ตำแหน่ง ⑤ เป็นปุ่มที่ใช้เล็ อกแกน

### ค่าความละเอียดของไมโครมิเตอร์

ปากวัดตำแหน่งที่ ① สัมผัสกัน ซีตที่ 0 ของสเกลวงกลมจะทับพอดีกับแกนสเกลนอนและถ้า หมุนสเกลวงกลมถอยหลังไป 1 รอบ ซีตที่ 0 ของสเกลวงกลมจะทับพอดีกับแกนนอน และขอบของสเกลวงกลมจะทับพอดีกับขีดแบ่งครึ่ง มิลลิเมตรบนสเกลหลัก ซึ่งหมายความว่า หมุนแกนวัดถอยหลังไปเพียง 1 ช่อง ปากวัด ตำแหน่งที่ ① จะห่างกันเป็นระยะ  $505.0 = 0.010$  มิลลิเมตร ซึ่ง เป็นค่าที่ น้อยที่ สุดที่ สามารถ อ่านได้จากเครื่องวัดชนิดนี้เรียกว่า least count ปกติค่า least count ของเครื่องไมโครมิเตอร์จะเขียนไว้บน ตำแหน่ง ④ เช่น 0.01 mm

### การอ่านค่าจากไมโครมิเตอร์

ผลการวัดจะประกอบด้วย ค่าสเกลหลัก, ค่าสเกลวงกลม, ค่าความละเอียดของเครื่องวัด

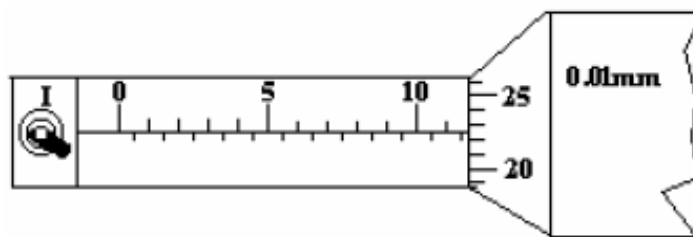
$$\text{ผลการวัด} = \text{ค่าสเกลหลัก} + (\text{ค่าสเกลวงกลม} \times \text{ค่าความละเอียดของไมโครมิเตอร์})$$

### วิธีใช้ไมโครมิเตอร์

ในการวัดให้ใช้มือซ้ายจับตรงตำแหน่ง ④ และมือขวาหมุน ตำแหน่ง ⑤ ให้แกนถอยหลังเพื่อ อทำให้ ปาก ตำแหน่ง ① เปิดกว้างออกเพื่อ อทำให้วัตถุที่ ต้องการวัดอยู่ระหว่างตำแหน่ง ② โดยหมุนแกนให้ปาก วัดมาสัมผัสพอดีกับผิวด้านหนึ่ง ของวัตถุเสียง “คลิก” จากนั้น ให้บิดข้อมือไปทางซ้ายเพื่อ อตรึงแกนวัดไว้ แล้วอ่านค่าการวัดได้ ข้อสำคัญในการวัดคือตรวจสอบดูก่อนว่าซีตศูนย์(0) ของสเกลเวอร์เนียร์ตรงกับแกน นอนบนสเกลหลักหรือไม่เมื่ อให้ปลายที่ ③ สองของตำแหน่ง ④ มาชิดกัน

### ตัวอย่างการอ่านค่าการวัดบนสเกลไมโครมิเตอร์

เมื่อ วัดขนาดของวัตถุอันหนึ่งได้แสดงในรูป โดยที่ Least Count ของไมโครมิเตอร์ = 0.01 mm



1. ขณะนี้ ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ ตำแหน่งที่ 500 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก
  2. ซีตที่ 22.5 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนนอนบนสเกลหลัก แล้วเอาตัวเลข 22.5 นี้ คูณกับค่า Least Count จะได้เป็นค่าเศษของมิลลิเมตร เป็น  $22.5 \times 0.010 = 0.225$  mm
  3. นำค่าที่ ได้จากข้อ (1) และข้อ (2) รวมกัน จะได้เป็นผลการวัดครั้ง นี้ นั่น คือ
- $$\begin{aligned} \text{ผลการวัด} &= \text{ค่าสเกลหลัก} + (\text{ค่าสเกลวงกลม} \times \text{ค่าความละเอียดของไมโครมิเตอร์}) \\ &= 11.500 \text{ mm} + 0.225 \text{ mm} \\ &= 11.725 \text{ mm} \end{aligned}$$

### ดังนี้ หล้าดับชี้ นการการวัดเป็นดังนี้

1. ก่อนใช้ไมโครมิเตอร์ต้องดูว่าค่า Least Count เท่ากับเท่าใด โดยดูจากตัวเลขที่ เขียนไว้บนโครง A หรืออาจจะคำนวณก็ได้ (โดยดูจากหัวข้อความละเอียดของไมโครมิเตอร์)
2. ต้องดูว่าขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ ตำแหน่งที่ เท่าใดของสเกลหลักในหน่วยมิลลิเมตร
3. ต่อไปดูว่า ชีตที่ เท่าใดบนสเกลวงกลมอยู่ตรงกับเส้นแกนของสเกลหลัก แล้วเอาตัวเลขนี้ คูณกับ ค่า Least Count จะได้เป็นเศษของมิลลิเมตร
4. ผลรวมที่ ได้จากข้อ 2 และ ข้อ 3 คือผลการวัด

### สเฟียโรมิเตอร์

เป็นเครื่องมือวัดความยาวที่ วัดได้ละเอียดกว่าไม้บรรทัดรัศมีมีความโค้งของทรงกลม เช่น วัดหารศมีความโค้งของเลนส์นูน เลนส์เว้า กระจกนูน กระจกเว้า มีสเกลเวอร์เนียร์แบบวงกลม มีขีดสเกลบนแผ่นวงกลม แบ่งเป็นช่องย่อยเท่าๆ กันจำนวน  $n$  ช่อง สเกลหลักเป็นสเกลไม้บรรทัด ดังรูปด้านล่าง เมื่อหมุนแผ่นวงกลมหรือสเกลเวอร์เนียร์ (ซึ่ง ึงติดกับขาวัดหรือขากลางไป 1 รอบ ขอบของแผ่นวงกลมพร้อมขาวัดหรือขากลางจะเลื่อนไปบนสเกลหลักเป็นระยะเท่ากับ 1 mm ดังนี้ นค่าละเอียดสุดของสเฟียโรมิเตอร์มีค่าเท่ากับ  $1/n$  mm

สเฟียโรมิเตอร์ีในรูปมีสเกลเวอร์เนียร์ 100 ช่อง ดังนี้ นค่าละเอียดสุดของสเฟียโรมิเตอร์ีนี้ มีค่าเท่ากับ 0.01 mm หลักการอ่านค่าวัดที่ วัดโดยสเฟียโรมิเตอร์ีเช่นเดียวกับไมโครมิเตอร์คาลิเปอร์ (หมายเหตุ เพื่อ อกความง่ายในการอ่านค่าของการวัดจากสเฟียโรมิเตอร์ี ควรกำหนดให้ขีดล่างสุดของสเกลหลักเป็นขีดที่ 0 cm)



### วิธีใช้สเฟียโรมิเตอร์

1. วางสเฟียโรมิเตอร์บนกระจกราบแล้วหมุนเกลียวของสเฟียโรมิเตอร์ี ซึ่ง จะทำให้ขา กลางเลื่อนขึ้น หรือเลื่อนลง จะทำให้สเกลเวอร์เนียร์หมุนตามไปด้วย จัดให้ขาที่ ึงสี่ ของสเฟียโรมิเตอร์ีสัมผัสกระจกราบ สมมุติว่าเมือ อกขาที่ ึงสี่ สัมผัสกระจกราบแล้วขีดศูนย์ของสเกลเวอร์เนียร์ซึ่ง ตรงกับขีดศูนย์ของสเกลหลัก
2. นำสเฟียโรมิเตอร์ีนี้ ไปวางบนเลนส์ที่ จะวัดหารศมีความโค้ง หมุนเกลียวเพื่อ อกให้ขา กลางของสเฟียโรมิเตอร์ีเลื่อนขึ้น หรือเลื่อนลงจนแตะชนิดของเลนส์ที่ จะวัดโดยให้ขาที่ ึงสี่ ของสเฟียโรมิเตอร์ีสัมผัสผิวเลนส์พอดี และให้ขากลางของสเฟียโรมิเตอร์ีอยู่ตำแหน่งสูงสุดหรือต่ำ สุดของเลนส์นั้น
3. วัดระยะระหว่างขาแต่ละคู่ (ไม่ใช่ขากลาง) ของสเฟียโรมิเตอร์ีเป็นค่า  $L$  โดยกดลงบนแผ่นกระดาษหนาให้เป็นรอยซึ่ง ึงเกิดจากปลายแหลมของขาที่ ึงหมด แล้วจึงวัดระยะจากรอยจุดของปลายขา นั้น

## ใบบันทึกผลการทดลอง

### ตอนที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอก PVC

| ท่อ PVC  |        | เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm) |   |   |   |   |        |
|----------|--------|------------------------|---|---|---|---|--------|
|          |        | 1                      | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
| ปลายเล็ก | ภายใน  |                        |   |   |   |   |        |
|          | ภายนอก |                        |   |   |   |   |        |
| ปลายใหญ่ | ภายใน  |                        |   |   |   |   |        |
|          | ภายนอก |                        |   |   |   |   |        |

### ตอนที่ 2 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดและทรงกลม

| วัสดุ          | เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm) |   |   |   |   |        |
|----------------|------------------------|---|---|---|---|--------|
|                | 1                      | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
| ทรงกลมตัน (mm) |                        |   |   |   |   |        |
| เส้นลวด (mm)   |                        |   |   |   |   |        |

จงแสดงการคำนวณปริมาตรของทรงกลมตัน

### ตอนที่ 3 วัดรัศมีความโค้งของผิวโค้งด้วยสเฟียโรมิเตอร์

| วัสดุ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
|-------|---|---|---|---|---|--------|
| เลนส์ |   |   |   |   |   |        |

ค่ารัศมีความโค้ง คำนวณหาได้จากสมการ

$$R = \frac{a^2}{6h} + \frac{h}{2}$$

เมื่อ R = รัศมีความโค้ง

a = ระยะห่างระหว่างขาสเฟียโรมิเตอร์

h = ความสูงที่ วัดได้