

การทดลองที่ 2

การวัดด้วยเครื่องวัดละเอียด

วัตถุประสงค์

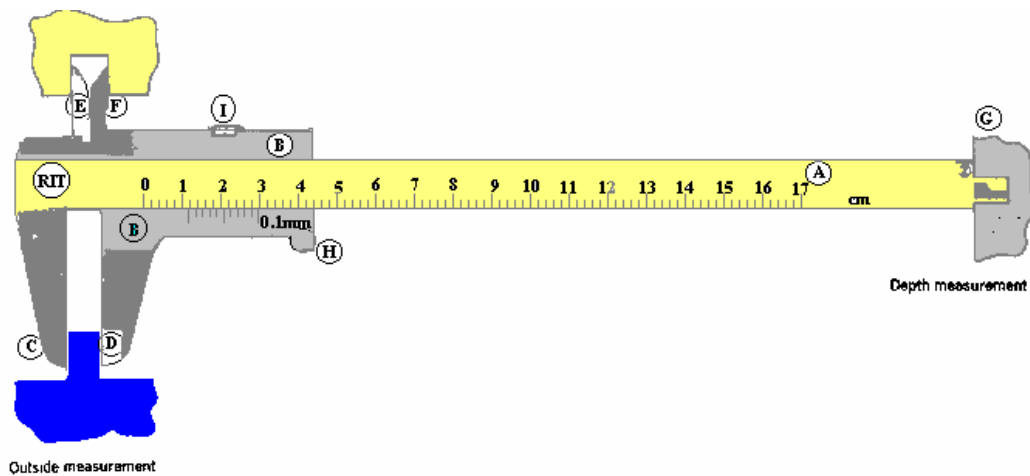
1. สามารถใช้เครื่องมือวัดอย่างละเอียดได้ถูกต้อง
2. หาค่าที่ถูกต้องของการวัดขนาดของวัตถุที่กำหนดให้
3. สามารถคำนวณเมื่อมีค่าคลาดเคลื่อน

ทฤษฎี

การวัด เป็นหัวใจสำคัญในการศึกษาทางฟิสิกส์ โดยเฉพาะฟิสิกส์ภาคปฏิบัติการล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับ การวัดที่ค่อนข้างละเอียด ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนทั้งหลายที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการทดลองนั้น จึงควรศึกษาการใช้เครื่องวัดละเอียดให้เข้าใจเสียก่อน ดังนี้

1. เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper)

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวของวัตถุทั้งภายใน และภายนอกในของชิ้นงาน ระดับมิลลิเมตร ทศนิยม 2 ตำแหน่ง เวอร์เนียมีลักษณะโดยทั่วไปดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะของเวอร์เนีย

ประกอบด้วย

| | |
|-----------------|---|
| สเกลหลัก A | เป็นสเกลไม้บรรทัดธรรมดา ซึ่งเป็นมิลลิเมตร (mm) และนิ้ว (inch) |
| สเกลเวอร์เนีย B | ซึ่งจะเลื่อนไปมาไต่บนสเกลหลัก |
| ปากวัด C - D | ใช้หนีบวัตถุที่ต้องการวัดขนาด |
| ปากวัด E - F | ใช้วัดขนาดภายในของวัตถุ |
| ปลาย G | ใช้วัดความลึก |
| ปุ่ม H | ใช้กดเลื่อนสเกลเวอร์เนียไปบนสเกลหลัก |
| สกรู I | ใช้ยึดสเกลเวอร์เนียให้ติดกับสเกลหลัก |

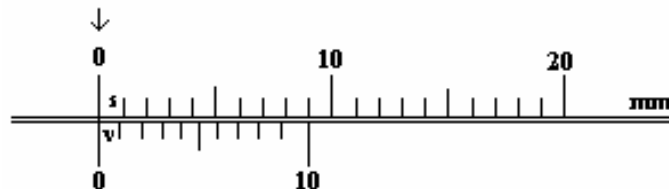
ความละเอียดของสเกลเวอร์เนีย

ถ้าให้ S เป็นความยาว 1 ช่องของสเกลหลัก

V เป็นความยาว 1 ช่องของสเกลเวอร์เนีย

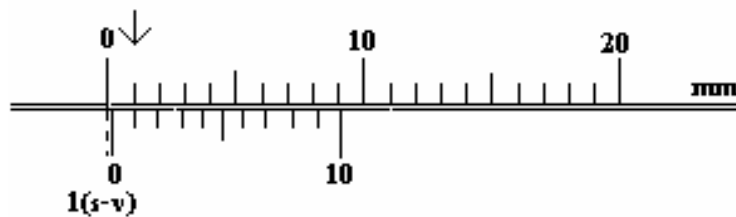
และ n เป็นจำนวนช่องบนสเกลเวอร์เนีย

เมื่อเริ่มให้ขีดที่ศูนย์ของทั้งสองตรงกัน แล้วขีดสุดท้าย (ขีดที่ n) ของสเกลเวอร์เนียจะตรงกับขีดที่ n-1 ของสเกลหลัก ขีดอื่น ๆ จะไม่ตรงกันดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 เมื่อขีดที่ศูนย์ตรงกัน

ถ้าเลื่อนสเกลเวอร์เนียไปทางขวาเล็กน้อย โดยให้ขีดที่ 1 ของสเกลเวอร์เนียตรงกับขีดที่ 1 ของสเกลหลักดังแสดงในรูปที่ 3



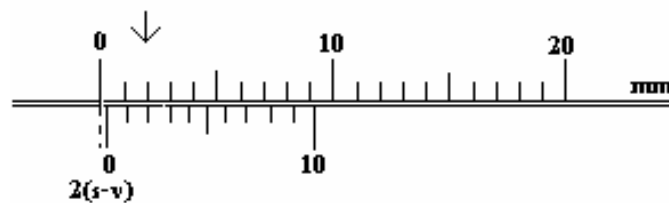
รูปที่ 3 เมื่อขีดที่ 1 ตรงกัน

ถ้า S = 1 mm

และ V = 0.9 mm (10 ช่องของสเกลเวอร์เนีย = 9 mm)

จากรูปจะได้ว่า

$$1(S - V) = 0.1$$



รูปที่ 4 เมื่อขีดที่ 2 ตรงกัน

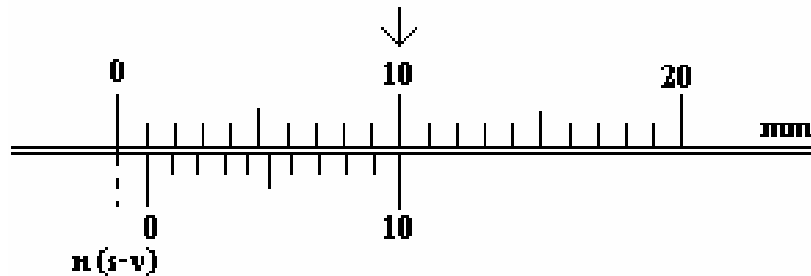
จะได้ว่า

$$2(S - V) = 2(0.1) = 0.2$$

ถ้าขีดที่ 3 ตรงกันจะได้ว่า

$$3(S - V) = 3(0.1) = 0.3$$

และเมื่อเลื่อนจนกระทั่งขีดที่ 10 (หรือ n) ของสเกลทั้งสองตรงกัน ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 เมื่อขีดที่ n ตรงกัน

จากรูปที่ 5 จะเห็นว่า ขีดที่ศูนย์ของสเกลเวอร์เนียจะตรงกับขีดที่ 1 ของสเกลหลักพอดี นั่นคือ สเกลเวอร์เนียเลื่อนไปเป็นระยะทางเท่ากับ S พอดี ดังนั้น

$$n(S - V) = S$$

$$\text{หรือ } S - V = \frac{S}{n} \tag{1}$$

เมื่อ $S - V$ เป็นระยะทางที่สั้นที่สุดที่สามารถอ่านได้จากเครื่องวัดชนิดนี้ เรียกว่า ค่าน้อยที่สุดที่อ่านได้ (Least Count) ซึ่งเป็น ความละเอียดที่สุดของเครื่องวัด

ดังนั้น ค่าความละเอียดของเครื่องวัดมีค่าเท่ากับ $\frac{S}{n}$

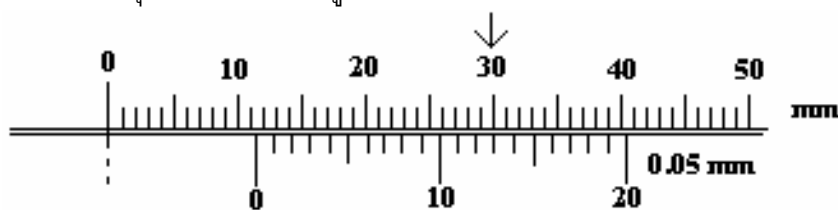
$$\text{หรือ Least Count} = \frac{S}{n} \tag{2}$$

เมื่อ $S =$ ความยาว 1 ช่องของสเกลหลัก
 $n =$ จำนวนช่องของสเกลเวอร์เนีย

โดยปกติแล้ว ตัวเลขที่แสดงค่าความละเอียดที่สุดของเครื่องวัดนี้ มักจะเขียนไว้บนสเกลเวอร์เนียในหน่วยต่าง ๆ เสมอ เช่น 0.1 mm. สำหรับสเกลเวอร์เนียชนิด 10 ช่อง ($n = 10$) 0.05 mm. สำหรับสเกลเวอร์เนียชนิด 20 ช่อง ($n = 20$) และ 0.02 mm. เมื่อสเกลเวอร์เนียมีจำนวนช่อง 50 ช่อง ($n = 50$) เวอร์เนียที่อยู่ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ส่วนใหญ่จะมีทั้งชนิด $n = 20$ และ $n = 50$ ส่วนชนิด $n = 10$ ไม่ค่อยมีใช้แล้ว

การอ่านสเกลเวอร์เนีย

เมื่อผลการวัดของวัตถุอันหนึ่งดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 สเกลเวอร์เนีย

จากรูปที่ 6 อ่านได้ดังนี้

1. ขณะนี้ขีดที่ 0 ของสเกลเวอร์เนียอยู่ที่ตำแหน่งที่ 11.00 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก
2. และขีดที่ 13 ของสเกลเวอร์เนียตรงกับขีดบนสเกลหลัก จึงนำเอาเลข 13 คูณกับ least count จะได้เป็นค่าเศษของมิลลิเมตร คือ $13 \times 0.05 = 0.65$ มิลลิเมตร
3. นำค่าที่อ่านได้จากข้อ 1 บวกกับค่าที่อ่านได้ในข้อ 2 ก็จะเป็นผลการวัดในครั้งนี้ นั่นคือ

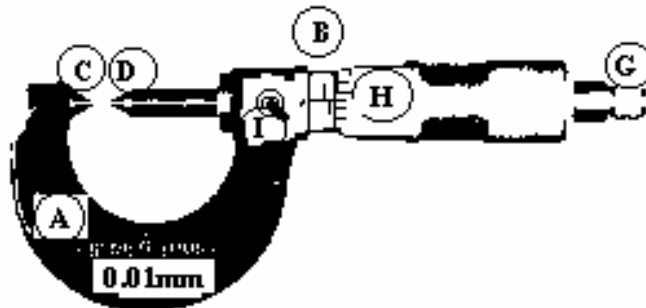
$$\begin{aligned} \text{ค่าที่วัดได้} &= 11.00 + 0.65 \text{ มิลลิเมตร} \\ &= 11.65 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

ลำดับการอ่านค่าผลการวัด

1. ก่อนใช้เวอร์เนีย ต้องตรวจสอบว่ามีค่า least count เท่าใด โดยดูจากตัวเลขที่เขียนไว้บนสเกลเวอร์เนีย หรืออาจจะคำนวณจากสูตร $\text{least count} = \frac{S}{n}$ ก็ได้
2. ต้องดูว่าขีดที่ศูนย์ของสเกลเวอร์เนียอยู่ที่ตำแหน่งใดบนสเกลหลัก แล้วอ่านค่าบนสเกลหลักในหน่วย มิลลิเมตร หรือนิ้วก็ได้ ตามที่เราต้องการ
3. ต่อไปดูว่ามีเศษของมิลลิเมตรหรือนิ้ว หรือไม่ ถ้ามีดูว่าขีดที่เท่าใดบนสเกลเวอร์เนียตรงกับขีดใดขีดหนึ่งบนสเกลหลัก แล้วเอาคูณกับค่า least count จะได้เป็นเศษของหน่วยวัดนั้น
4. ผลการวัดคือผลรวมของค่าที่ได้จากข้อ 2 และ 3

2. ไมโครมิเตอร์ (Micrometer)

เป็นเครื่องมือวัดขนาดของวัตถุที่ต้องการความละเอียดสูงในระดับทศนิยม 3 ตำแหน่งของมิลลิเมตร เครื่องวัดชนิดนี้อาศัยหลักการ การเคลื่อนที่ของสกรู ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ลักษณะของไมโครมิเตอร์

โครง A มีลักษณะคล้ายกับคันธนูหรือตะขอเกี่ยว มีปากวัด C-D และแกนสเกลนอน B ติดอยู่แกนสเกลนอน B เป็นสเกลหลัก มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร โดยแบ่งออกเป็นขีดละ 1 มิลลิเมตร ซึ่งแต่ละขีดจะมีขีดแบ่งครึ่งมิลลิเมตรกำกับด้วย

สเกลวงกลม H มีลักษณะเป็นปลอกครอบสเกลหลัก B แบ่งจำนวนขีดโดยรอบทั้งหมด 50 ช่อง ทำหน้าที่เหมือนสเกลเวอร์เนีย

แกน G ใช้สำหรับหมุนเพื่อให้ปากวัด D เลื่อนไปสัมผัสกับผิวของวัตถุที่ต้องการวัด ภายในปุ่ม G มีสปริงเพื่อปรับแรงกด เมื่อปากวัด D สัมผัสพอดีกับผิววัตถุ จะมีเสียงดังกริ๊กเบาๆ แสดงว่าสปริงปรับแรงกดพอดีแกนวัดจะไม่เดินหน้าต่อไปอีก

ปุ่ม I ใช้ตรึงแกนวัด ปลอกวัด และปุ่ม G ให้ติดกับโครง A ทำให้สเกลไม่เลื่อนตำแหน่งขณะอ่านค่า เวลาใช้ต้องบิดไปทางซ้ายสุด

ความละเอียดของไมโครมิเตอร์

เมื่อปากวัด C - D สัมผัสกัน ซีดที่ 0 ของสเกลวงกลมจะทับพอดีกับแกนสเกลนอนและถ้าหมุนสเกลวงกลมถอยหลังไป 1 รอบ ซีดที่ 0 ของสเกลวงกลมจะทับพอดีกับแกนนอน และขอบของสเกลวงกลมจะทับพอดีกับขีดแบ่งครึ่งมิลลิเมตรบนสเกลหลัก ซึ่งหมายความว่า ถ้าหมุนแกนวัดถอยหลังไปเพียง 1 ช่อง ปากวัด C - D จะห่างกันเป็นระยะ $\frac{0.5}{50} = 0.010$ มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดที่สามารถอ่านได้จากเครื่องวัดชนิดนี้ เรียกว่า least count

ปกติค่า least count ของเครื่องไมโครมิเตอร์จะเขียนไว้บนโครง A เช่น 0.01 mm เป็นต้น

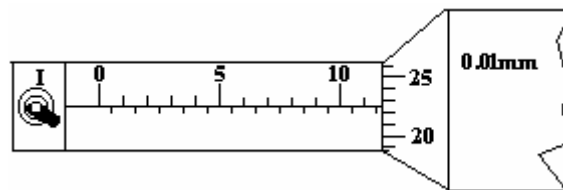
วิธีใช้ไมโครมิเตอร์

หมุนแกน G ให้แกนวัดถอยหลังเพื่อทำให้ปาก C - D เปิดกว้างกว่าขนาดของวัตถุเล็กน้อย แล้วนำวัตถุที่จะวัดขนาดไปไว้ระหว่างปาก C - D ให้ด้านหนึ่งชิดปากวัด C ไว้ แล้วหมุนแกน G ให้ปากวัด D มาสัมผัสพอดีกับผิวด้านหนึ่งของวัตถุ โดยสังเกตจากเสียงกริกเบาๆ จากนั้นให้บิดปุ่ม I ไปทางซ้ายเพื่อตรึงแกนวัดไว้แล้วจึงอ่านค่าการวัดได้

การอ่านค่าการวัดบนสเกลไมโครมิเตอร์

เมื่อวัดขนาดของวัตถุอันหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 8

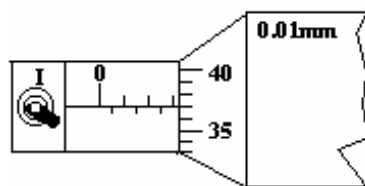
โดยที่ Least Count ของไมโครมิเตอร์ = 0.010 mm



รูปที่ 8

1. ขณะนี้ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่ 11.500 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก
2. ซีดที่ 22.5 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนนอนบนสเกลหลัก แล้วเอาตัวเลข 22.5 นี้คูณกับค่า Least Count จะได้เป็นค่าเศษของมิลลิเมตร เป็น $22.5 \times 0.010 = 0.225$ mm
3. นำค่าที่ได้จากข้อ (1) และข้อ (2) รวมกัน จะได้เป็นผลการวัดครั้งนี้ นั่นคือ

$$\begin{aligned}\text{ผลการวัด} &= 11.500 \text{ mm} + 0.225 \text{ mm} \\ &= 11.725 \text{ mm}\end{aligned}$$



รูปที่ 9

รูปที่ 9 เป็นผลการวัดของวัตถุก้อนหนึ่ง เมื่อ Least Count เป็น 0.010 mm

1. ขณะนี้ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่ 3.000 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก
2. ซีตที่ 37.0 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนนอนของสเกลหลักดังนั้นเศษของมิลลิเมตร

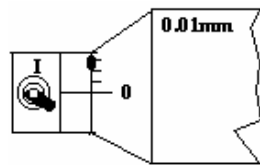
$$= 37.0 \times 0.010 = 0.370 \text{ mm}$$
3. ผลการวัดครั้งนี้ = 3.000 + 0.370 = 3.370 mm

ดังนั้นลำดับขั้นตอนการอ่านค่าการวัดเป็นดังนี้

1. ก่อนใช้ไมโครมิเตอร์ต้องดูว่าค่า Least Count เท่ากับเท่าใด โดยดูจากตัวเลขที่เขียนไว้บนโครง A หรือ อาจจะคำนวณก็ได้ (โดยดูจากหัวข้อความละเอียดของไมโครมิเตอร์)
2. ต้องดูว่าขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่เท่าใดของสเกลหลัก อ่านในหน่วยมิลลิเมตร
3. ต่อไปดูว่า ซีตที่เท่าใดบนสเกลวงกลมอยู่ตรงกับเส้นแกนของสเกลหลัก แล้วเอาตัวเลขนี้คูณกับค่า Least Count จะได้เป็นเศษของมิลลิเมตร
4. ผลรวมที่ได้จากข้อ 2 และ ข้อ 3 คือผลการวัด

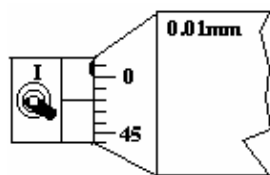
ความคลาดเคลื่อนของไมโครมิเตอร์ (Zero Error)

ไมโครมิเตอร์ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน เมื่อปากวัด C - D สัมผัสพอดี ซีตที่ 0 ของสเกลวงกลมจะทับกับแกนนอนของสเกลหลัก และขอบของสเกลวงกลมจะทับซีตที่ 0 ของสเกลหลักพอดี ดังแสดงในรูปที่ 10



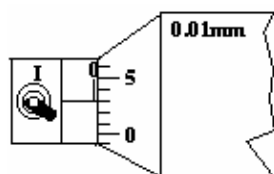
รูปที่ 10

แต่ในบางครั้งอาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ ดังกรณีรูปที่ 11 เมื่อใช้วัดของสิ่งใดแล้ว จะได้น้อยกว่าความเป็นจริงอยู่ 0.020 มิลลิเมตรเสมอ ดังนั้นเมื่ออ่านค่าการวัดใดๆ แล้วจึงต้องบวกด้วย 0.020 มิลลิเมตร เข้าไปด้วย



รูปที่ 11

สำหรับกรณีรูปที่ 12 เมื่อใช้วัดของสิ่งใดแล้วจะได้ค่ามากกว่าความเป็นจริงอยู่ 0.030 มิลลิเมตร



รูปที่ 12

ดังนั้นเมื่ออ่านค่าการวัดใดๆ แล้วจึงต้องลบออกด้วย 0.030 มิลลิเมตร เสมอ

อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|-------------------------------|----------|
| 1. เวอร์เนียคาลิปเปอร์ | 1 อัน |
| 2. ไมโครมิเตอร์ | 1 อัน |
| 3. วัตถุทรงต่าง ๆ ที่กำหนดให้ | |
| 3.1 ทรงกลมตัน | 1 อัน |
| 3.2 ทรงกระบอกตัน | 1 อัน |
| 3.3 ทรงกระบอกกลวง | 1 อัน |
| 3.4 เหรียญ 1 บาทเล็ก | 1 เหรียญ |

วิธีการทดลอง

- ใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ และไมโครมิเตอร์ วัดขนาดของวัตถุที่กำหนดให้ โดยการวัดครั้งเดียว ประมาณช่วงความผิดพลาดจากค่า Least Count โดยให้มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}$ ของ Least Count
- นำค่าที่ได้ในข้อ 1 คำนวณปริมาตรของวัตถุที่กำหนดให้ จากสูตรต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{ทรงกลม} \quad V_s &= \frac{4}{3} \pi r^3 && ; r = \text{รัศมีของทรงกลม} \\ &= \frac{1}{6} \pi D^3 && ; D = \text{เส้นผ่าศูนย์กลาง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าความคลาดเคลื่อน } \Delta V_s &= \frac{1}{2} \pi D^2 \Delta D \\ V_{\text{ทรงกลมตัน}} &= V_s \pm \Delta V_s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ทรงกระบอกตัน} \quad V_{cs} &= \pi r^2 h && ; r = \text{รัศมีของทรงกระบอก} \\ &= \frac{\pi}{4} D^2 h && ; D = \text{เส้นผ่าศูนย์กลาง} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน } \Delta V_{cs} = \frac{\pi}{4} [D^2 \Delta h + 2hD\Delta D] \quad ; h = \text{ความสูงของทรงกระบอก}$$

$$V_{\text{ทรงกระบอกตัน}} = V_{cs} \pm \Delta V_{cs}$$

$$\begin{aligned} \text{ทรงกระบอกกลวง} \quad V_{ch} &= V_{out} - V_{in} \quad ; V_{out} = \text{ปริมาตรของทรงกระบอกที่ผิวนอก} \\ & \quad V_{in} = \text{ปริมาตรของทรงกระบอกที่ผิวด้านใน} \end{aligned}$$

$$\Delta V_{ch} = \Delta V_{out} + \Delta V_{in}$$

$$V_{\text{ทรงกระบอกกลวง}} = V_{ch} \pm \Delta V_{ch}$$

$$V_{\text{เหรียญบาท}} = V_{cs} \pm \Delta V_{cs}$$

หมายเหตุ

การหาค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากผลของการคำนวณของตัวเลขที่มีค่าความคลาดเคลื่อน เช่น

$$x = x \pm \Delta x$$

$$y = y \pm \Delta y$$

$$\text{เมื่อ } z = f(x, y)$$

ผลลัพธ์จะได้ $z = z \pm \Delta z$
 แล้ว $\Delta z = \left| \frac{\partial f(x,y)}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} \right| \Delta y$

ตัวอย่าง ถ้า $x = x \pm \Delta x$ และ $y = y \pm \Delta y$ ต้องการหา

ก) $x + y$ ข) $x - y$ ค) xy ง) $\frac{x}{y}$

วิธีทำ ก) ให้ $z = x + y$
 $\Delta z = \left| \frac{\partial f(x,y)}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} \right| \Delta y$
 $= \Delta x + \Delta y$
 $\therefore z = z \pm \Delta z$

ข) ให้ $z = x - y$
 $\Delta z = \left| \frac{\partial f(x,y)}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} \right| \Delta y$
 $= \Delta x + \Delta y$
 $\therefore z = z \pm \Delta z$

ค) ให้ $z = xy$
 $\Delta z = \left| \frac{\partial f(x,y)}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} \right| \Delta y$
 $= y\Delta x + x\Delta y$
 $= |z| \left[\frac{\Delta x}{|x|} + \frac{\Delta y}{|y|} \right]$
 $\therefore z = z \pm \Delta z$

ง) ให้ $z = \frac{x}{y}$
 $\Delta z = \left| \frac{\partial (\frac{x}{y})}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial (\frac{x}{y})}{\partial y} \right| \Delta y$
 $= \frac{\Delta x}{y} + \frac{x\Delta y}{y^2} = |z| \left[\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} \right]$
 $\therefore z = z \pm \Delta z$

ใบบันทึกผลการทดลอง การทดลองที่ 2 การวัดด้วยเครื่องมือวัดละเอียด

ชื่อผู้ทดลอง 1. รหัส..... กลุ่ม.....
 ชื่อผู้ร่วมทดลอง 2. รหัส..... กลุ่ม.....
 3. รหัส..... กลุ่ม.....
 4. รหัส..... กลุ่ม.....
 ทำการทดลองวันที่..... เวลา.....

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1

| รูปร่างวัตถุ | เวอร์เนีย | | | ไมโครมิเตอร์ | | |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--|
| | Least Count =mm | | | Least Count =mm | | |
| | Zero Error =mm | | | Zero Error =mm | | |
| | $D \pm \Delta D$ (mm) | $h \pm \Delta h$ (mm) | $V \pm \Delta V$ (mm ³) | $D \pm \Delta D$ (mm) | $h \pm \Delta h$ (mm) | $V \pm \Delta V$ (mm ³) |
| ทรงกลม | | | | | | |
| ทรงกระบอก ตัน | | | | | | |
| ทรงกระบอก กลวง | | | | | | |
| เหรียญบาท | | | | | | |

ตัวอย่างการคำนวณ

.....

ลงชื่อ.....อาจารย์

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงแสดงวิธีคำนวณหา Least Count ของเวอร์เนียคาลิเปอร์อันหนึ่งซึ่งมี 25 ช่องบนสเกลเวอร์เนีย และตรงกับ 24 ช่องเล็กของสเกลหลัก ซึ่งมีความยาวของแต่ละช่องเป็น $\frac{1}{16}$ นิ้ว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อจะคำนวณค่าปริมาตรของทรงกระบอกอันหนึ่งถ้าวัดเส้นผ่าศูนย์กลางคลาดเคลื่อนไป 1% และ ถ้าวัดความยาวของทรงกระบอกคลาดเคลื่อนไป 1% เช่นกัน ถามว่า ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดค่าใด จะทำให้ปริมาตรของทรงกระบอกคลาดเคลื่อนไปมากกว่ากัน เพราะเหตุใด แสดงวิธีคำนวณด้วย

.....

.....

.....

.....

.....

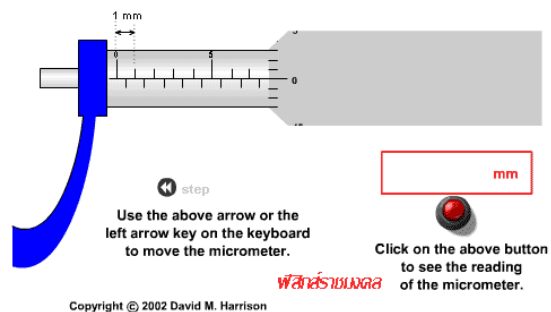
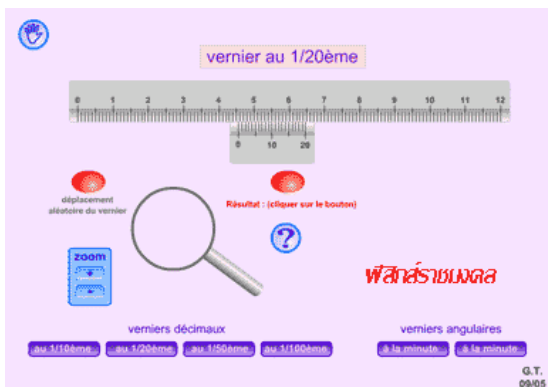
.....

.....

.....

ค้นคว้าเพิ่มเติมที่

<http://203.158.100.140/labphysics1>



ทดลองวัดเวอร์เนีย ด้วยความละเอียดต่างๆ ในห้องทดลองนี้ท่านสามารถวัดได้ละเอียดถึง 1/100 มีแนวขยายมาตราส่วนทำให้ดูได้ง่ายขึ้น [คลิกครับ](#) และการทดลองเรื่อง ไมโครมิเตอร์ ฉบับ Flash [คลิกคะ](#)

.....

.....

| หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ | |
|--------------------------|-------------------------------|
| ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(| ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน) |
| ฟิสิกส์ 2 | กลศาสตร์เวกเตอร์ |
| โลหะวิทยาฟิสิกส์ | เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1 |
| ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(| แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C |
| ฟิสิกส์พิศวง | สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต |
| ทดสอบออนไลน์ | วิดีโอการเรียนการสอน |
| หน้าแรกในอดีต | แผ่นใสการเรียนการสอน |
| เอกสารการสอน PDF | กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ |
| แบบฝึกหัดออนไลน์ | สุดยอดสิ่งประดิษฐ์ |
| การทดลองเสมือน | |
| บทความพิเศษ | ตารางธาตุ(ไทย1) 2 (Eng) |
| พจนานุกรมฟิสิกส์ | ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์ |
| ธรรมชาติมหัศจรรย์ | สูตรพื้นฐานฟิสิกส์ |
| การทดลองมหัศจรรย์ | ดาราศาสตร์ราชมงคล |
| แบบฝึกหัดกลาง | |
| แบบฝึกหัดโลหะวิทยา | แบบทดสอบ |
| ความรู้รอบตัวทั่วไป | อะไรเอ่ย ? |
| ทดสอบ)เกมเศรษฐี(| คติปริศนา |
| ข้อสอบเอนทรานซ์ | เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์ |
| คำศัพท์ประจำสัปดาห์ | |
| ความรู้รอบตัว | |
| การประดิษฐ์ของโลก | ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์ |
| นักวิทยาศาสตร์เทศ | นักวิทยาศาสตร์ไทย |
| ดาราศาสตร์พิศวง | การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์ |
| การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ | |

| ● การเรียนการสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ● | |
|--|--|
| 1. การวัด | 2. เวกเตอร์ |
| 3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ | 4. การเคลื่อนที่บนระนาบ |
| 5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน | 6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน |
| 7. งานและพลังงาน | 8. การดลและโมเมนตัม |
| 9. การหมุน | 10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง |
| 11. การเคลื่อนที่แบบคาบ | 12. ความยืดหยุ่น |
| 13. กลศาสตร์ของไหล | 14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน |
| 15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก | 16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร |
| 17. คลื่น | 18. การสั่น และคลื่นเสียง |
| ● การเรียนการสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ● | |
| 1. ไฟฟ้าสถิต | 2. สนามไฟฟ้า |
| 3. ความกว้างของสายฟ้า | 4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน |
| 5. ศักย์ไฟฟ้า | 6. กระแสไฟฟ้า |
| 7. สนามแม่เหล็ก | 8. การเหนี่ยวนำ |
| 9. ไฟฟ้ากระแสสลับ | 10. ทรานซิสเตอร์ |
| 11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ | 12. แสงและการมองเห็น |
| 13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ | 14. กลศาสตร์ควอนตัม |
| 15. โครงสร้างของอะตอม | 16. นิวเคลียร์ |
| ● การเรียนการสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ● | |
| 1. จลศาสตร์ (kinematic) | 2. จลพลศาสตร์ (kinetics) |
| 3. งานและโมเมนตัม | 4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง |
| 5. ของไหลกับความร้อน | 6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า |
| 7. แม่เหล็กไฟฟ้า | 8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง |
| 9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์ | |

