

การทดลองที่ 2

การใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์

วัตถุประสงค์

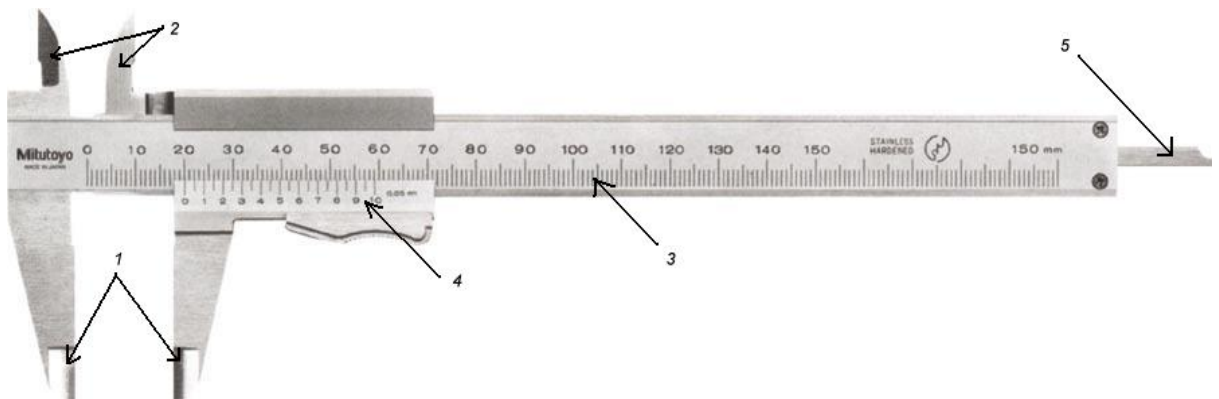
1. เพื่อศึกษาหลักการพื้นฐานในการใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์
2. เพื่อทดลองใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ และไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์
3. เพื่อศึกษาวิธีวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากการวัด

ทฤษฎี

2.1 เวอร์เนียคาลิปเปอร์

เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier caliper) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความยาวภายนอกหรือภายในและความลึก ในหน่วยวัดต่าง ๆ ค่าละเอียดที่สุด ที่ให้มีหลายระดับเช่น 0.1, 0.02, 0.05 มิลลิเมตร หรือ $1/128$ นิ้ว หรืออื่นๆ

ลักษณะเครื่องมือ

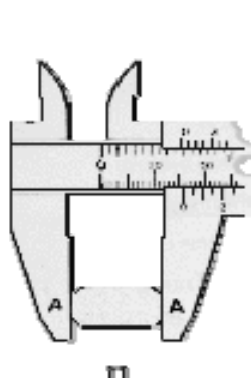


ภาพที่ 2.1 เวอร์เนียคาลิปเปอร์

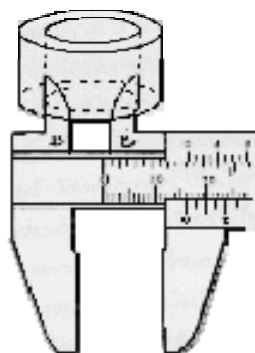
ส่วนประกอบของภาพที่ 2.1 ดังนี้

1. ปากวัดภายนอก
2. เขี้ยววัดภายใน
3. ด้ามเวอร์เนียคาลิปเปอร์ หรือสเกลหลัก
4. สเกลเวอร์เนียคาลิปเปอร์ หรือสเกลละเอียด
5. ก้านวัดความลึก

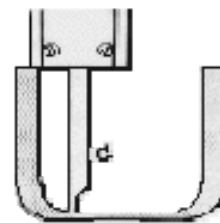
ลักษณะการใช้งาน เลือกใช้งานได้ 3 ลักษณะดังภาพ



ก



ข



ค

ภาพที่ 2.2 ก การวัดขนาด

ภายนอกของวัตถุ

ข. การวัดขนาด

ภายในของวัตถุ

ค. การวัดขนาด

ความลึกของวัตถุ

ที่มา : <http://www.rmutphysics.com>

การหาค่าละเอียดที่สุด ของเวอร์เนียคาลิเปอร์มีสูตรดังนี้

$$\text{ค่าความละเอียด} = \frac{\text{ค่าที่เล็กที่สุดบนสเกลหลัก}}{\text{จำนวนช่องบนสเกลเวอร์เนียคาลิเปอร์}}$$

ตัวอย่างที่ 1 เวอร์เนียคาลิเปอร์มิลลิเมตร

$$\text{ค่าที่เล็กที่สุดบนสเกลหลัก} = 1.0 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$\text{จำนวนช่องบนสเกลเวอร์เนียคาลิเปอร์} = 20 \text{ ช่อง}$$

จะได้ว่า

$$\text{ค่าละเอียดที่สุด} = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ มิลลิเมตร}$$

ตัวอย่างที่ 2 เวอร์เนียคาลิเปอร์นิ้ว

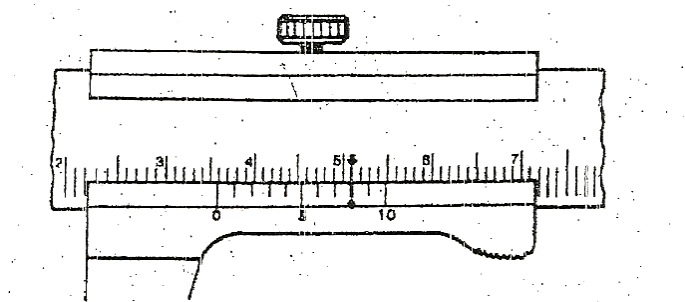
$$\text{ค่าที่เล็กที่สุดบนสเกลหลัก} = \frac{1}{16} \text{ นิ้ว}$$

$$\text{จำนวนช่องบนสเกลเวอร์เนียคาลิเปอร์} = 8 \text{ ช่อง}$$

จะได้ว่า

$$\text{ค่าละเอียดที่สุด} = \frac{1}{16 \times 8} = \frac{1}{128} \text{ นิ้ว}$$

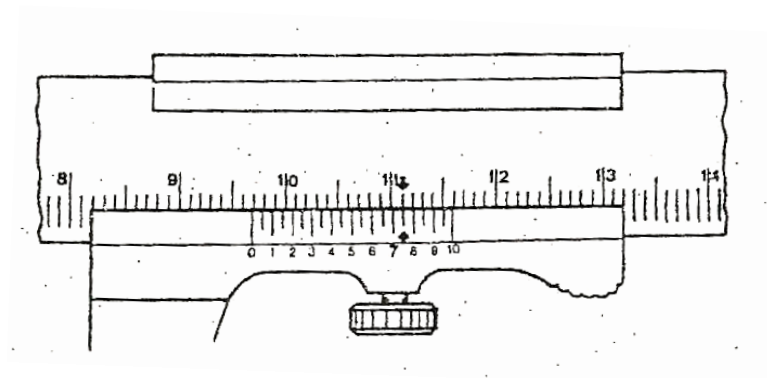
ตัวอย่างที่ 2.1



ภาพที่ 2.3 ค่าที่วัดได้ของเวอร์เนียคาลิเปอร์

1. ดูขีดศูนย์ของสเกลเวอร์เนียคาลิเปอร์ว่าผ่านหลักไปเท่าใด ตามรูปอ่านได้ 35 มิลลิเมตร
 2. อ่านค่าละเอียดบนสเกลเวอร์เนียคาลิเปอร์ โดยดูว่าขีดใดบนสเกลเวอร์เนียคาลิเปอร์ไปตรงกับขีดบนสเกลหลักในที่นี้ขีดที่ 8 บนสเกลเวอร์เนียคาลิเปอร์ตรงกับขีดบนสเกลหลัก ดังนั้นค่าที่อ่านได้มีค่า $= 35 + (8 \times 0.1) = 35.8$ มิลลิเมตร
- ค่าบันทึกการอ่านในที่นี้คือ 35.8 ± 0.1 มิลลิเมตร
- ± 0.1 มิลลิเมตร คือ ค่าละเอียดสุดของเวอร์เนียคาลิเปอร์ตัวนี้ และเป็นค่าความคลาดเคลื่อนของการอ่านเพียงครั้งเดียว

ตัวอย่างที่ 2.2



ภาพที่ 2.4 ค่าที่วัดได้ของเวอร์เนียคาลิเปอร์

1. ดูขีดศูนย์ของสเกลเวอร์เนียคาลิเปอร์ว่าผ่านหลักไปเท่าใด ตามรูปอ่านได้ 96 มิลลิเมตร

2. อ่านค่าละเอียดบนสเกลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ โดยดูว่าขีดใดบนสเกลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ไปตรงกับขีดบนสเกลหลักในที่นี้ขีดที่ 15 บนสเกลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ตรงกับขีดบนสเกลหลัก

ดังนั้นค่าที่อ่านได้มีค่า = $96 + (15 \times 0.05) = 96 + 0.75 = 96.75$ มิลลิเมตร

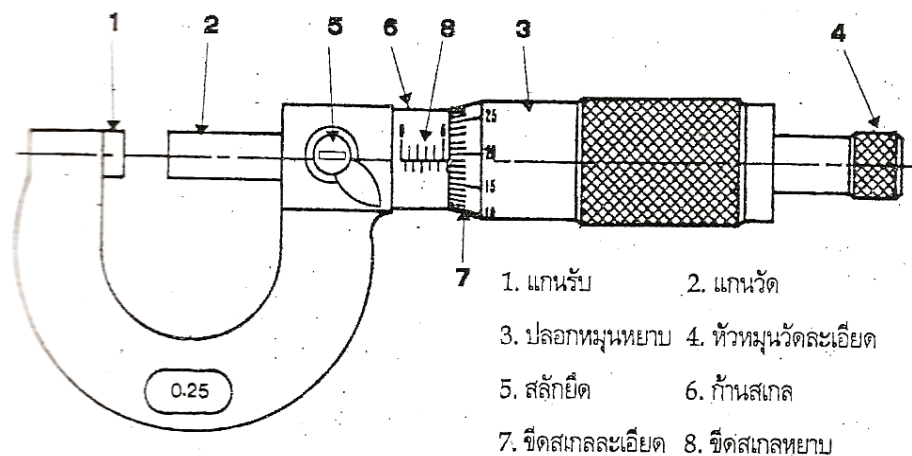
ค่าบันทึกการอ่านในที่นี้คือ 96.75 ± 0.05 มิลลิเมตร

จะสังเกตได้ว่า เลขที่กำกับบนสเกลเวอร์เนียร์ช่วยในการอ่านค่าวัดได้เร็วขึ้น โดยไม่ต้องนำจำนวนขีดของสเกลเวอร์เนียร์ไปคูณกับค่าละเอียดสุด ดังตัวอย่างจะเห็นว่าขีดที่ 7.5 ของสเกลเวอร์เนียร์ตรงกับขีดบนสเกลหลัก ดังนั้นค่าที่วัดได้คือ 96.75 มิลลิเมตร

2.2 ไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์

ไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ (Micrometer caliper) เป็นเครื่องมือใช้วัดความยาวในหน่วยวัดต่าง ๆ ค่าละเอียดที่สุด มีหลายระดับ แต่โดยทั่วไปมีขนาด 0.01 มิลลิเมตร

ลักษณะเครื่องมือ



ภาพที่ 2.5 ไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์

การหาค่าละเอียดที่สุดของไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์

ใช้หลักการทำงานของสกรู ทุกครั้งที่ปิดปลอกหมุนวัดไป 1 รอบ แกนวัดไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์จะเลื่อนเข้าใกล้หรือห่างออกจากแกนรับเป็นระยะ 1 ช่องเกลียวของสกรูภายในเสมอ

ระยะของเกลียวแกนวัดโดยปกติมีขนาด 0.5 มิลลิเมตร นั่นคือเมื่อบิดปลอกหมุนวัดครบ 1 รอบ แกนวัดจะเคลื่อนที่ได้ 0.5 มิลลิเมตรพอดี ซึ่งถ้าเราบิดปลอกหมุนได้ n รอบ แกนวัดจะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง $n \times 0.5$ มิลลิเมตร

เพื่อให้วัดได้ละเอียด ปลอกหมุนหยาบจะมีขีดแบ่งรอบปลายหมุนเป็น 50 ช่องเท่า ๆ กัน ดังนั้นการบิดปลอกหมุนไปทุก ๆ 1 รอบ แกนวัดจะเคลื่อนที่ได้ 0.5 มิลลิเมตรพอดี

เกลียวของไมโครมิเตอร์คาลิเปอร์มีระยะ = 0.5 มิลลิเมตร

ปลอกหมุนวัดหมุน 1 รอบ แกนวัดเคลื่อนที่ = 0.5 มิลลิเมตร

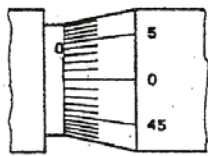
หรือ 50 ช่องสเกลบนปลอกหมุนวัด = 0.5 มิลลิเมตร

1 ช่องสเกลบนปลอกหมุนวัด แกนวัดเคลื่อนที่ = $0.5/50$ มิลลิเมตร

ถ้าหมุนปลอกหมุนบิดไป 1 ช่องสเกล แกนวัดจะเคลื่อนที่ = 0.01 มิลลิเมตร

ดังนั้นค่าละเอียดที่สุด คือ 0.01 มิลลิเมตร

ค่าความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์



ตามตัวอย่างในภาพที่ 2.6 จะสังเกตเห็นว่าขอบปลอกหมุนหยาบตรง กับขีด 0 ของสเกลหลัก และเส้นนอนของสเกลหลัก ตรงกับขีด 0 ของสเกลไมโครมิเตอร์คาลิเปอร์พอดีซึ่งอ่านได้ว่า $0.00 + 0.00 = 0.00$ มิลลิเมตร

ภาพที่ 2.6

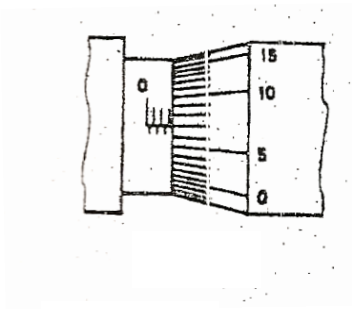
ในกรณีนี้แกนวัดสัมผัสกับแกนรับพอดี แต่ถ้าไมโครมิเตอร์คาลิเปอร์ ภาพที่ 2.6 อ่านค่าวัดไม่ได้เท่ากับศูนย์นั้น บอกได้ว่าเครื่องมือมีความคลาดเคลื่อน เป็นระบบซึ่งค่าวัดที่อ่านได้ขณะปริมาณวัดขนาดศูนย์นี้เรียกว่า **ความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์**

วิธีแก้คือ นำค่าความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์ไปบวกหรือลบออกจากค่าวัด หรือปรับแต่งให้ไมโครมิเตอร์ไม่มีความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์

ตัวอย่างการอ่านค่าที่วัด

ก. ถ้าไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ไม่มีความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์

ตัวอย่างที่ 2.3



ภาพที่ 2.7

1. ดูว่าปลอกของไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ ผ่านก้านสเกล ตรงกับเส้นใดตาม ภาพที่ 2.7 คือ 3.0 มิลลิเมตร

2. อ่านค่าละเอียด โดยดูว่าเส้นบนก้านสเกลตรงกับเส้นใดบนสเกลของปลอกหมุน (หรือใกล้มากที่สุด) ตามรูป คือ เส้นที่ 7 ดังนั้นค่าที่อ่านได้

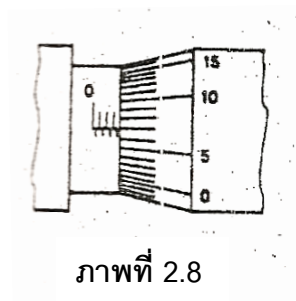
$$= 3.0 + (7 \times 0.01) \text{ มิลลิเมตร}$$

$$= 3.0 + 0.07 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$= 3.07 \text{ มิลลิเมตร}$$

ความยาวของวัตถุคือ 3.07 ± 0.01 มิลลิเมตร

ตัวอย่างที่ 2.4



ภาพที่ 2.8

1. ดูว่าปลอกของไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ ผ่านก้านสเกลไปแล้วเท่าใดตามรูปที่ 10 คือ 3.5 มิลลิเมตร (เพราะขีดศูนย์บนปลอกผ่านเส้น 3.0 มิลลิเมตรบนก้านสเกลไปแล้ว 1 รอบ)

2. อ่านค่าละเอียด โดยดูว่าเส้นบนก้านสเกลตรงกับเส้นใดบนสเกลของปลอกหมุน (หรือใกล้มากที่สุด) ตามรูป คือ เส้นที่ 7 ดังนั้นค่าที่อ่านได้

$$= 3.5 + (7 \times 0.01) \text{ มิลลิเมตร}$$

$$= 3.5 + 0.07 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$= 3.57 \text{ มิลลิเมตร}$$

ความยาวของวัตถุคือ 3.58 ± 0.01 มิลลิเมตร

ข. ถ้าไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์มีค่าความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์

ความยาวที่แท้จริงของวัตถุจะต้องนำค่าที่อ่านได้มาลบด้วยค่าความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์ของไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์

ตัวอย่างที่ 2.5 ถ้าความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์เป็น +0.04 มิลลิเมตร

จากตัวอย่างที่ 2.3 จะได้ความยาวที่แท้จริง	= $3.07 - 0.044$ มิลลิเมตร
ความยาวของวัตถุ	= 3.03 ± 0.01 มิลลิเมตร
จากตัวอย่างที่ 2.4 จะได้ความยาวที่จริง	= $3.57 - 0.04$ มิลลิเมตร
ความยาวของวัตถุ	= 3.53 ± 0.01 มิลลิเมตร

ตัวอย่างที่ 2.6 ถ้าความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์เป็น -0.04 มิลลิเมตร

จากตัวอย่างที่ 2.3 จะได้ความยาวที่แท้จริง	= $3.07 - (-0.04)$ มิลลิเมตร
ความยาวของวัตถุ	= 3.11 ± 0.01 มิลลิเมตร
จากตัวอย่างที่ 2.4 จะได้ความยาวที่จริง	= $3.57 - (-0.04)$ มิลลิเมตร
ความยาวของวัตถุ	= 3.61 ± 0.01 มิลลิเมตร

อุปกรณ์การทดลอง

1. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
2. ไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์
3. ไม้บรรทัด
4. ท่อทรงกระบอก

วิธีการทดลอง

1. หาค่าความละเอียดของเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ และไม้บรรทัด
2. นำท่อพีวีซี มาวัดความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก และเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน
3. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

ผลการทดลอง

การใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์

ตอนที่ 1 ค่าละเอียดที่สุดของเครื่องวัด

1.1 ค่าละเอียดที่สุดของเครื่องวัดที่ใช้ในการทดลองนี้

ไม้บรรทัด ค่าละเอียดที่สุด คือ.....มิลลิเมตร

เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ค่าละเอียดที่สุด คือ.....มิลลิเมตร

ไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ ค่าละเอียดที่สุด คือ.....มิลลิเมตร

1.2 ในกรณีที่ไม่มีควมบกพร่องของเครื่องวัด เครื่องวัดปริมาณความยาวในข้อ 1.1 เครื่องใดให้ผลการวัดที่มีความแม่นยำสูงสุดและต่ำสุด เพราะเหตุใด

1.3 เครื่องวัดที่ให้ผลการวัดที่มีความแม่นยำสูง จำเป็นต้องให้ค่าวัดที่มีความเที่ยงตรงสูง ด้วยหรือไม่เพราะ เหตุใด

ตอนที่ 2 ศึกษาความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มโดยการวัดครั้งเดียว

ใช้ไม้บรรทัด เวอร์เนียคาลิปเปอร์ และไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ วัดปริมาณต่าง ๆ ดังต่อไปนี้โดยการวัดเพียงครั้งเดียว ให้ประมาณค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าละเอียดที่สุด โดยให้มีค่าเท่ากับ ค่าละเอียดที่สุด ในกรณีของเวอร์เนียคาลิปเปอร์ และไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ และครึ่งหนึ่งของค่าละเอียดที่สุดในกรณีอื่น ๆ

2.1 วัดขนาดต่าง ๆ ของทรงกระบอก

2.1.1 ความหนาของมวล 50 กรัม $\pm \Delta l$ (Δl = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ประมาณโดยการวัด)

- วัดด้วยไม้บรรทัด ได้ค่าวัด $\pm \Delta l$ = มิลลิเมตร
- วัดด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ได้ค่าวัด $\pm \Delta l$ = มิลลิเมตร
- วัดไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ ได้ค่าวัด $\pm \Delta l$ = มิลลิเมตร
- ค่าความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์ไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ = มิลลิเมตร
- ค่าวัดที่ถูกต้องที่วัดด้วยไมโครมิเตอร์ = มิลลิเมตร

2.1.2 เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อ PVC $d \pm \Delta d$

- วัดด้วยไม้บรรทัด ได้ค่าวัด $d \pm \Delta d$ = มิลลิเมตร
- วัดด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ได้ค่าวัด $d \pm \Delta d$ = มิลลิเมตร
- วัดไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ ได้ค่าวัด $d \pm \Delta d$ = มิลลิเมตร
- ค่าความคลาดเคลื่อนขีดศูนย์ไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ = มิลลิเมตร
- ค่าวัดที่ถูกต้องที่วัดด้วยไมโครมิเตอร์ = มิลลิเมตร

2.1.3 เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของแผ่น CD $d \pm \Delta d$

- วัดด้วยไม้บรรทัด ได้ค่าวัด $d \pm \Delta d$ = มิลลิเมตร
- วัดด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ได้ค่าวัด $d \pm \Delta d$ = มิลลิเมตร

วิเคราะห์ผลการทดลอง

[illegible]

สรุปผลการทดลอง

[illegible]