



คู่มือการทดลองที่ 1

การวัดด้วยความละเอียด

Measuring with Precision

ฟิสิกส์ ม.4-5 | เลขนัยสำคัญและความละเอียดของเครื่องมือวัด



วัตถุประสงค์

เรียนรู้ความละเอียดของการวัด
และเลขนัยสำคัญ

ระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4-5



เวลาที่ใช้

50-100 นาที

1. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1.1 จุดประสงค์ด้านความรู้ (Knowledge)

- อธิบายความหมายของความละเอียดของเครื่องมือวัด (Precision) ได้
- บอกจำนวนเลขนัยสำคัญจากค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดได้
- เลือกไม้บรรทัดที่เหมาะสมตามความต้องการด้านความละเอียดได้

1.2 จุดประสงค์ด้านทักษะ (Skills)

- เปรียบเทียบผลการวัดด้วยไม้บรรทัดที่มีความละเอียดต่างกัน 4 แบบได้
- คำนวณค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากการวัดซ้ำได้
- บันทึกข้อมูลได้ถูกต้องตามจำนวนทศนิยมของไม้บรรทัดที่ใช้

1.3 จุดประสงค์ด้านเจตคติ (Attitude)

- ตระหนักถึงความสำคัญของความละเอียดในการวัดและผลกระทบต่อความถูกต้อง
- มีความรอบคอบในการอ่านและบันทึกค่าการวัด
- เห็นคุณค่าของการใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดเหมาะสมกับงาน

2. ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 ความละเอียดของเครื่องมือวัด

ความละเอียดของเครื่องมือวัด (Instrument Precision) คือขนาดของขีดสเกลที่เล็กที่สุดบนเครื่องมือ เมื่อนำไปใช้วัด เราสามารถอ่านค่าได้ถึง **1 ใน 10** ของช่องสเกลที่เล็กที่สุด ซึ่งเรียกว่า **ความละเอียดของการวัด (Reading Precision)**

ไม้บรรทัด	จำนวนขีด	ความละเอียดเครื่องมือ	ความละเอียดการวัด	ตัวอย่างค่าที่วัด
A	ไม่มีขีด (1 ช่อง/cm)	1 cm	0.1 cm	17.3 cm (3 นัยสำคัญ)
B	10 ขีด/cm	0.1 cm	0.01 cm	17.32 cm (4 นัยสำคัญ)
C	100 ขีด/cm	0.01 cm	0.001 cm	17.324 cm (5 นัยสำคัญ)
D	1000 ขีด/cm	0.001 cm	0.0001 cm	17.3241 cm (6 นัยสำคัญ)

2.2 หลักการอ่านค่าจากไม้บรรทัด

กฎหลัก: อ่าน **ขีดสเกลที่แนชัดทั้งหมด** แล้ว **ประมาณ 1 หลักสุดท้าย** ระหว่างขีดที่เล็กที่สุด

- ตัวเลขที่อ่านแนชัด = ตัวเลขจากขีดสเกล
- ตัวเลขที่ประมาณ = 1 หลักถัดจากขีดสเกลสุดท้าย
- จำนวนเลขนัยสำคัญขึ้นอยู่กับจำนวนขีดบนไม้บรรทัด

2.3 Precision vs Accuracy



สำคัญ

Precision (ความแม่นยำ) $\neq$ Accuracy (ความถูกต้อง) ความละเอียดสูงไม่ได้แปลว่าค่าที่วัดได้ถูกต้องเสมอ เครื่องมือต้องผ่านการสอบเทียบ (Calibration) ด้วย

3. วัสดุ/อุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	หมายเหตุ
1	คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่มีเว็บเบราว์เซอร์ (Chrome/Firefox/Edge)	รองรับ HTML5 Canvas
2	ไฟล์ 1. measuring_precision.html	เปิดด้วยเบราว์เซอร์โดยตรง
3	ใบบันทึกผลการทดลอง (เอกสารนี้)	พิมพ์หรือกรอกบน Word
4	เครื่องคิดเลขหรือสมาร์ทโฟน	สำหรับคำนวณค่าเฉลี่ย

4. วิธีการใช้งาน Simulation

4.1 การเปิดโปรแกรม

- 1. คัดลอกไฟล์ 1. measuring_precision.html ไปยังโฟลเดอร์ที่ต้องการ
- 2. ดับเบิลคลิกที่ไฟล์เพื่อเปิดในเว็บเบราว์เซอร์ (Chrome / Firefox / Edge)
- 3. หน้าต่างที่เปิดขึ้นจะแสดงส่วนหัว "การวัดด้วยความละเอียด" และแท็บ 2 แท็บ ได้แก่  Simulation และ  ทฤษฎีและคำอธิบาย

4.2 ส่วนประกอบของหน้า Simulation

ส่วนประกอบ	คำอธิบาย
 แผงซ้าย (Left Panel)	พื้นที่ตั้งค่าการทดลอง ประกอบด้วย: เลือกวัตถุ, เลือกไม้บรรทัด, เลือก Trial, แสดงค่าที่อ่านได้, และปุ่มบันทึก/ล้างข้อมูล
 ส่วนแสดงวัตถุ (Scene Canvas)	แสดงภาพวัตถุที่เลือก พร้อมขอบซ้ายและขอบขวาที่ต้องวัด
 แถบไม้บรรทัด (Ruler Area)	แถบสำหรับลากไม้บรรทัดและเครื่องหมาย  เพื่อวัดความยาววัตถุ
 ตารางข้อมูล (Data Table)	แสดงผลการวัดทุก Trial ของทุกไม้บรรทัดในตารางเดียว พร้อมค่าเฉลี่ย

4.3 ขั้นตอนการทดลอง (ทำทีละ Trial)

 ก่อนเริ่ม	ทำความเข้าใจหน้าจอก่อน — ลองดูแท็บ  ทฤษฎีและคำอธิบาย เพื่อดูตัวอย่างการอ่านค่าแต่ละไม้บรรทัด
---	---

ขั้น	การกระทำ	รายละเอียด / สิ่งที่ต้องระวัง
1	เลือกวัตถุที่ต้องการวัด	คลิก Dropdown "วัตถุที่ต้องการวัด" แล้วเลือก: ดินสอ / กล่องสี่เหลี่ยม / หลอดทดลอง / แท่งสามเหลี่ยม / แท่ง L-Shape
2	เลือกไม้บรรทัด	คลิก Dropdown "ไม้บรรทัด" เลือก A, B, C หรือ D ตามที่ต้องการ — สังเกตค่า "ความละเอียดในการวัด" ที่เปลี่ยนไป
3	เลือก Trial ที่จะวัด	คลิกปุ่ม Trial 1-6 ในแผงซ้าย (ปุ่มสีเขียวคือบันทึกแล้ว สีฟ้าคือ Trial ปัจจุบัน)

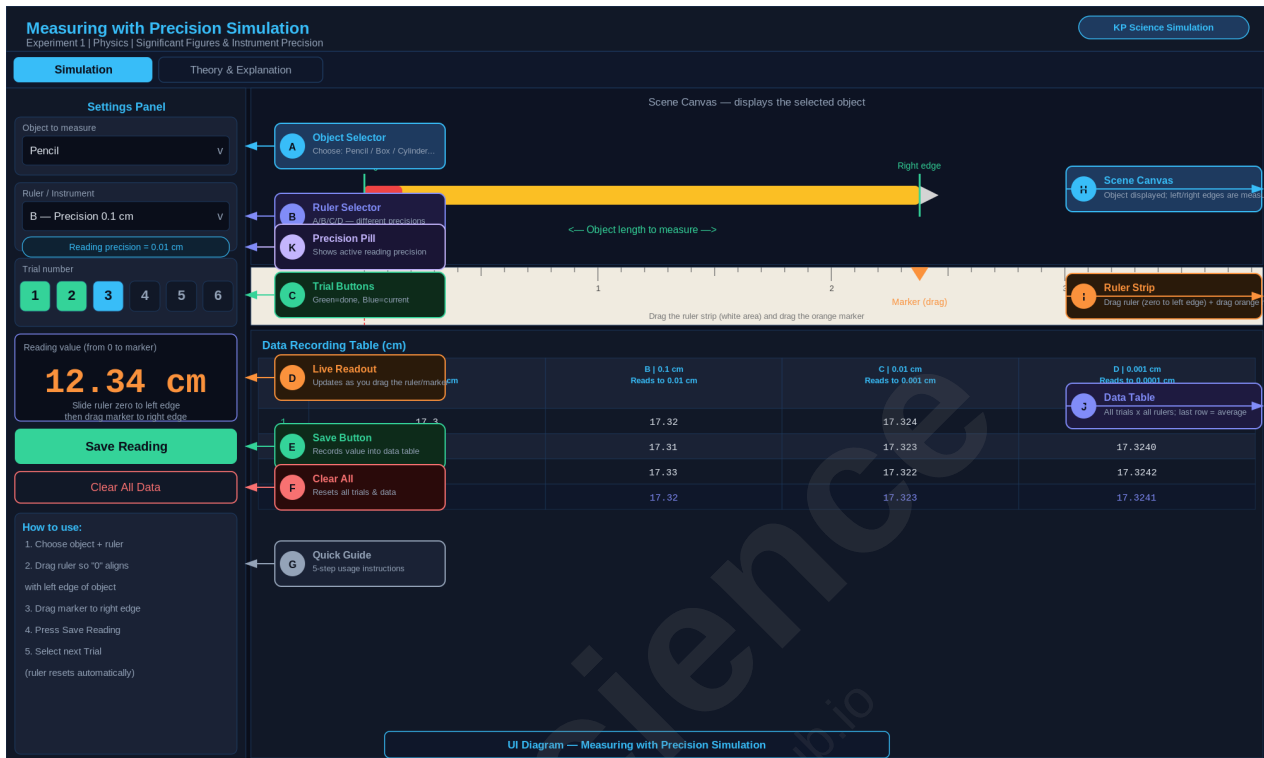
ขั้น	การกระทำ	รายละเอียด / สิ่งที่ต้องระวัง
4	จัดไม้บรรทัด (ลากขีด 0)	ในแถบไม้บรรทัด: คลิกแล้วลากตัวไม้บรรทัดจนขีด 0 ตรงกับขอบซ้ายของวัตถุ
5	ลาก ▲ ให้ตรงขอบขวา	คลิกแล้วลากเครื่องหมาย ▲ ไปยังขอบขวาของวัตถุที่แสดงใน Scene Canvas
6	อ่านและตรวจสอบค่า	ดูค่าที่อ่านได้ใน กล่อง "ค่าที่อ่านได้" ตรวจสอบจำนวนทศนิยมให้ถูกต้องตามไม้บรรทัดที่เลือก
7	กดปุ่ม  บันทึกค่าการวัด	ค่าจะปรากฏในตารางด้านล่าง ปุ่ม Trial นั้นจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว — ระบบจะรีเซ็ตไม้บรรทัดอัตโนมัติ
8	ทำซ้ำ Trial 1-6	ทำขั้นตอน 3-7 ซ้ำจนครบ 6 Trial สำหรับไม้บรรทัดนั้น
9	เปลี่ยนไม้บรรทัด	ทำซ้ำขั้นตอน 2-8 กับไม้บรรทัด B, C, D ตามลำดับ

4.4 การล้างข้อมูล

คลิกปุ่ม  **ล้างข้อมูลทั้งหมด** เพื่อลบข้อมูลทุก Trial ทุกไม้บรรทัด และเริ่มต้นการทดลองใหม่

4.5 แผนผังแสดงส่วนประกอบของ Simulation

ภาพด้านล่างแสดงส่วนประกอบทั้งหมดของโปรแกรม พร้อมหมายเลข A-K ที่ชี้ให้เห็นแต่ละจุดและสิ่งที่สามารถปรับได้:



รูปที่ 1 : แผนผังอธิบายส่วนประกอบของโปรแกรม Simulation "การวัดด้วยความละเอียด"

คำอธิบายแต่ละส่วนและสิ่งที่ปรับได้

จุด	ชื่อส่วนประกอบ	คำอธิบายและสิ่งที่ปรับได้
A	เลือกวัตถุ (Object Selector)	คลิก Dropdown เลือกวัตถุที่จะวัด: ดินสอ / กล้องสี่เหลี่ยม / หลอดทดลอง / แท่งสามเหลี่ยม / แท่ง L-Shape
B	เลือกไม้บรรทัด (Ruler Selector)	คลิก Dropdown เลือกไม้บรรทัด A, B, C หรือ D — แต่ละตัวมีความละเอียดของเครื่องมือวัดต่างกัน 4 ระดับ
K	ป้ายความละเอียด (Precision Pill)	แถบสีแสดง "ความละเอียดในการวัด" ของไม้บรรทัดที่เลือกอยู่ เช่น = 0.01 cm สำหรับไม้บรรทัด B
C	ปุ่ม Trial 1-6	เลือกรอบที่จะวัด — ปุ่มสีเขียว = บันทึกแล้ว ปุ่มสีฟ้า = กำลังวัดอยู่ ปุ่มสีเทา = ยังไม่ได้วัด
D	กล่องค่าที่อ่านได้ (Live Readout)	แสดงค่าความยาว (cm) แบบ real-time ขณะลากไม้บรรทัดหรือเครื่องหมาย ▲ — อ่านค่าจากนี้ก่อนกดปุ่มบันทึกทุกครั้ง

จุด	ชื่อส่วนประกอบ	คำอธิบายและสิ่งที่ปรับได้
E	ปุ่มบันทึก (Save Reading)	กดเพื่อบันทึกค่าที่อ่านได้ลงตาราง — หลังกดระบบจะรีเซ็ตตำแหน่งไม้บรรทัดและเครื่องหมาย ▲ อัตโนมัติ
F	ปุ่มล้างข้อมูล (Clear All Data)	กดเพื่อลบข้อมูลทุก Trial ทุกไม้บรรทัด ใช้เมื่อต้องการเริ่มการทดลองใหม่ตั้งแต่ต้น
G	คู่มือย่อ (Quick Guide)	กล่องสรุป 5 ขั้นตอนการใช้งานที่แสดงอยู่ตลอดเวลา ช่วยเตือนความจำขณะทดลอง
H	Scene Canvas (พื้นที่แสดงวัตถุ)	แสดงภาพวัตถุที่เลือก พร้อมเส้นขอบซ้ายและขอบขวาที่เป็นจุดอ้างอิงสำหรับการวัดความยาว
I	แถบไม้บรรทัด (Ruler Strip)	ลากตัวไม้บรรทัด (พื้นที่สีขาว-ครีม) ให้ขีด 0 ตรงขอบซ้ายวัตถุ แล้วลากเครื่องหมาย ▲ ไปที่ขอบขวาวัตถุ
J	ตารางข้อมูล (Data Table)	แสดงผลการวัดทุก Trial x ทุกไม้บรรทัดในตารางเดียว แถวล่างสุดแสดงค่าเฉลี่ย (avg) ของแต่ละไม้บรรทัด

 เคล็ดลับ	ดูค่าที่กล่อง D แบบ real-time ขณะลากไม้บรรทัดและเครื่องหมาย ▲ — เมื่อตรงขอบวัตถุแล้วจึงกดปุ่ม E บันทึก จะได้ค่าที่แม่นยำที่สุด
---	--

5. วัตถุทดสอบในโปรแกรม

โปรแกรมมีวัตถุให้เลือกวัด 5 รายการ แต่ละรายการมีความยาวจริง (True Length) ที่ซ่อนอยู่ ใช้เปรียบเทียบกับผลการวัดที่ได้:

ไอคอน	ชื่อวัตถุ	ความยาวจริง (cm)	หมายเหตุ
	ดินสอ (Pencil)	17.32	ความยาวมาตรฐาน
	กล่องสี่เหลี่ยม (Box)	12.85	ขนาดกลาง
	หลอดทดลอง (Cylinder)	15.60	ทรงกระบอก
	แท่งสามเหลี่ยม (Triangle)	9.45	สั้นที่สุด
	แท่ง L-Shape	21.10	ยาวที่สุด

6. ใบบันทึกผลการทดลอง

ชื่อ-สกุล: _____	ห้อง: _____ เลขที่: _____
วันที่ทดลอง: _____	วัตถุที่เลือกวัด: _____

6.1 ตารางบันทึกผลการวัด

บันทึกค่าการวัด (cm) จากโปรแกรม simulation โดยทำ 6 รอบ (Trial) สำหรับแต่ละไม้บรรทัด:

Trial	A — ความละเอียด 1 cm อ่านได้ถึง 0.1 cm	B — ความละเอียด 0.1 cm อ่านได้ถึง 0.01 cm	C — ความละเอียด 0.01 cm อ่านได้ถึง 0.001 cm	D — ความละเอียด 0.001 cm อ่านได้ถึง 0.0001 cm
1	_____ cm	_____ cm	_____ cm	_____ cm
2	_____ cm	_____ cm	_____ cm	_____ cm
3	_____ cm	_____ cm	_____ cm	_____ cm
4	_____ cm	_____ cm	_____ cm	_____ cm
5	_____ cm	_____ cm	_____ cm	_____ cm
6	_____ cm	_____ cm	_____ cm	_____ cm
Avg	_____ cm	_____ cm	_____ cm	_____ cm

6.2 คำถามท้ายการทดลอง

1) ค่าที่วัดได้จากไม้บรรทัด A มีกี่เลขนัยสำคัญ? อธิบายเหตุผล

ตอบ:

2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากไม้บรรทัด A-D กับความยาวจริงของวัตถุ — ไม้บรรทัดใดให้ค่าใกล้เคียงความยาวจริงที่สุด?

ตอบ:

3) ทำไมการใช้ไม้บรรทัดที่ละเอียดกว่าจึงไม่ได้แปลว่าค่าที่วัดได้จะถูกต้องกว่าเสมอ?

ตอบ:

4) ค่าที่วัดได้ใน Trial ต่างๆ ของไม้บรรทัดเดียวกันแตกต่างกันหรือไม่? เพราะเหตุใด?

ตอบ:

7. ข้อควรระวังและเทคนิคการวัดที่ดี

✓ ข้อ 1	จัดซีต 0 ให้ตรงขอบซ้ายของวัตถุก่อนลาก ▲ ทุกครั้ง — อย่าเริ่มวัดจากปลายไม้บรรทัดโดยตรง
✓ ข้อ 2	ลาก ▲ ให้ตรงขอบขวาวัตถุอย่างระมัดระวัง ค่าจะเปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งที่วางอย่างละเอียด
✓ ข้อ 3	บันทึกค่าทุกครั้งก่อนเปลี่ยน Trial — ถ้าเปลี่ยน Trial โดยไม่บันทึก ค่าจะถูก reset
! ข้อ 4	Precision สูง $\neq$ Accuracy สูง: การอ่านค่าละเอียดมากไม่ได้แปลว่าค่าถูกต้อง ต้องสอบเทียบเครื่องมือด้วย
✓ ข้อ 5	ในไม้บรรทัด D (ละเอียดมาก) สังเกตว่าค่าจะสั้นหรือไม่แน่นอนได้ — นี่คือ Reading Error ที่เกิดจากการประมาณหลักสุดท้าย

8. เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
บันทึกข้อมูลครบ 6 Trial $\times$ 4 ไม้บรรทัด (24 ค่า)	24	
จำนวนทศนิยมถูกต้องตามไม้บรรทัดที่เลือก	8	
คำนวณค่าเฉลี่ยถูกต้องทุกไม้บรรทัด	4	
ตอบคำถามท้ายการทดลอง (4 ข้อ $\times$ 4)	16	
สรุปและเปรียบเทียบผล	8	
รวม	60	 / 60