Measurements القياسات

1. A ruler (مسطرة) is an instrument (جهاز قياس) for measuring (قياس) the length (الطول).
2. A clock (or watch) (الساعة) is an instrument for measuring the time (الوقت-الزمن).
3. A speedometer (عداد السرعة) is an instrument for measuring the speed (السرعة).
4. A thermometer (ميزان الحرارة) is an instrument for measuring the temperature (درجة الحرارة).
5. A balance (or scale) (الميزان) is an instrument for measuring the mass (الكتلة).

Ruler

Speedometer

Clock or watch

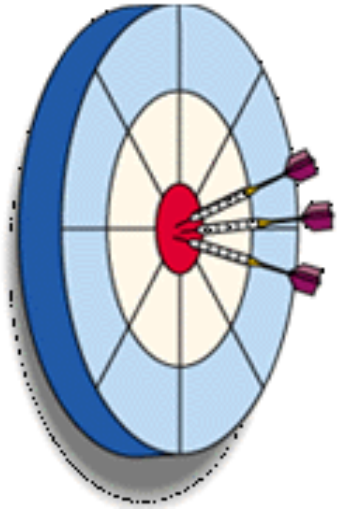
Thermometer

Balance or scale

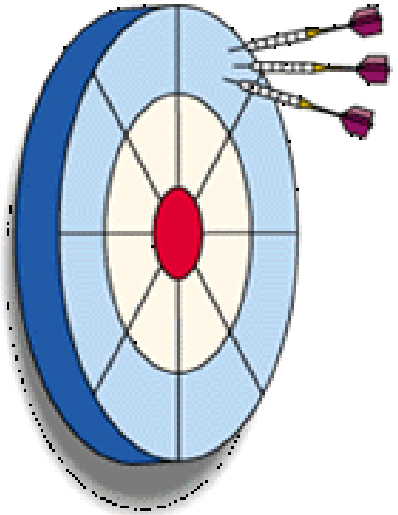
Precision and accuracy

Accuracy (دقة الضبط) is the closeness (القرب) of a measured value (قيمة القياس) to the true (الصحيحة) or known value (القيمة المعروفة او ألمحددة).
Or: **Accuracy** is the ability (مقدرة) of an instrument to give measurements close to the true value.

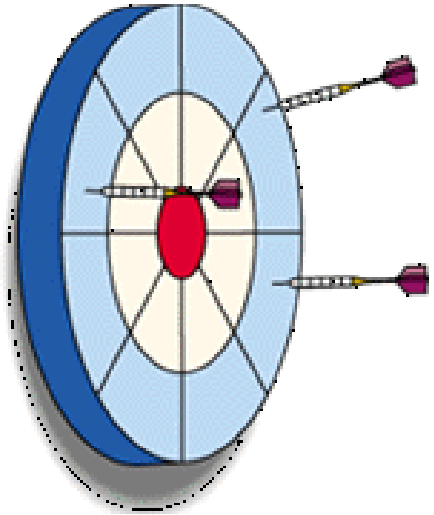
Precision (الدقة التكرارية) is the closeness of two or more measurements to each other.
Or: **Precision** is the ability (مقدرة) of an instrument to repeatedly (تكراراً) give close measurements.



Good accuracy (دقة ضبط جيدة)
Good precision (دقة تكرارية جيدة)



Poor accuracy (دقة ضبط سيئة)
Good precision (دقة تكرارية جيدة)



Poor accuracy
Poor precision

No measurement is absolutely (مطلقاً) *precise* or *accurate*

لا يوجد قياس دقيق او مضبوط مطلقاً

وهذا يعني ان كل قياس يشمل أخطأ (errors) او عدم يقين (uncertainty)

Sources (مصادر) or causes (أسباب) of uncertainties in measurements are:

1. **Limitation (محدودية) in human skills (مهارات بشرية)**
2. **Limitation (محدودية) in instrument accuracy (دقة ضبط الجهاز)**

Examples أمثلة

There is uncertainty associated (متعلق) with every:

A	measurement	قياس
B	law	قانون
C	equation	معادلة
D	principle	مبدأ

Main causes of uncertainty in measurements are limitations (محدودية) in:

A	instruments' accuracy and experiment time (وقت التجربة)
B	instruments' (أجهزة) accuracy and human ability
C	experiment time and human ability
D	experiment time and laboratory (معمل) conditions (شروط)

Instrument error خطأ الجهاز

Question: How to determine the instrument error?

سؤال: كيف نحدد خطأ جهاز القياس؟

Answer: instrument error is its smallest division.

الاجابة: خطأ الجهاز هو أصغر تقسيم بالجهاز.

Smallest division = 1 mm = 0.1 cm

Error = 1 mm = 0.1 cm

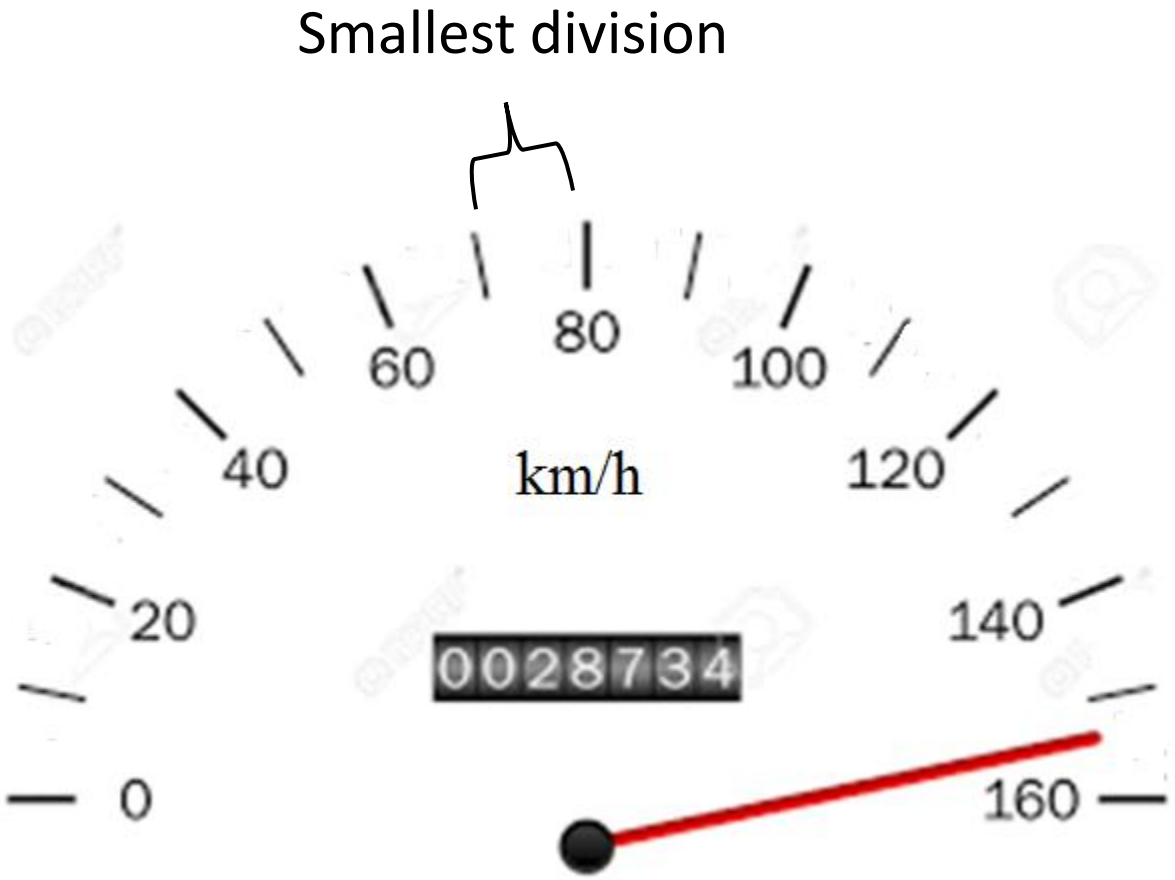
Example:

The ruler is divided (مُقسمة) into centimeters (cm) and millimeters (mm). Its smallest division is 1 mm. So the ruler error = 1 mm

Smallest division

Example:

The speedometer (عداد السرعة) is divided (مُقسم) into 10 km/h smallest divisions. So its error = 10 km/h



Example:

The mass scale (ميزان الكتلة) is divided (مُقسم) into 2 kg smallest divisions.

So its error = 2 kg

Example:

The thermometer (ميزان درجة الحرارة) is divided (مُقسم) into 1 ^{o}C smallest divisions.

So its error = 1 ^{o}C

How to express measurement results?

كيف نعبر عن نتائج القياس؟

Measurement result is expressed as:

(Result ± Error) unit

وهذا هو خطأ الجهاز (أو خطأ القياس) وأيضاً يسمى تقدير عدم اليقين (estimated uncertainty)

Example:

The tiny book is **1.1 ± 0.1 cm or 11 ± 1 mm** wide

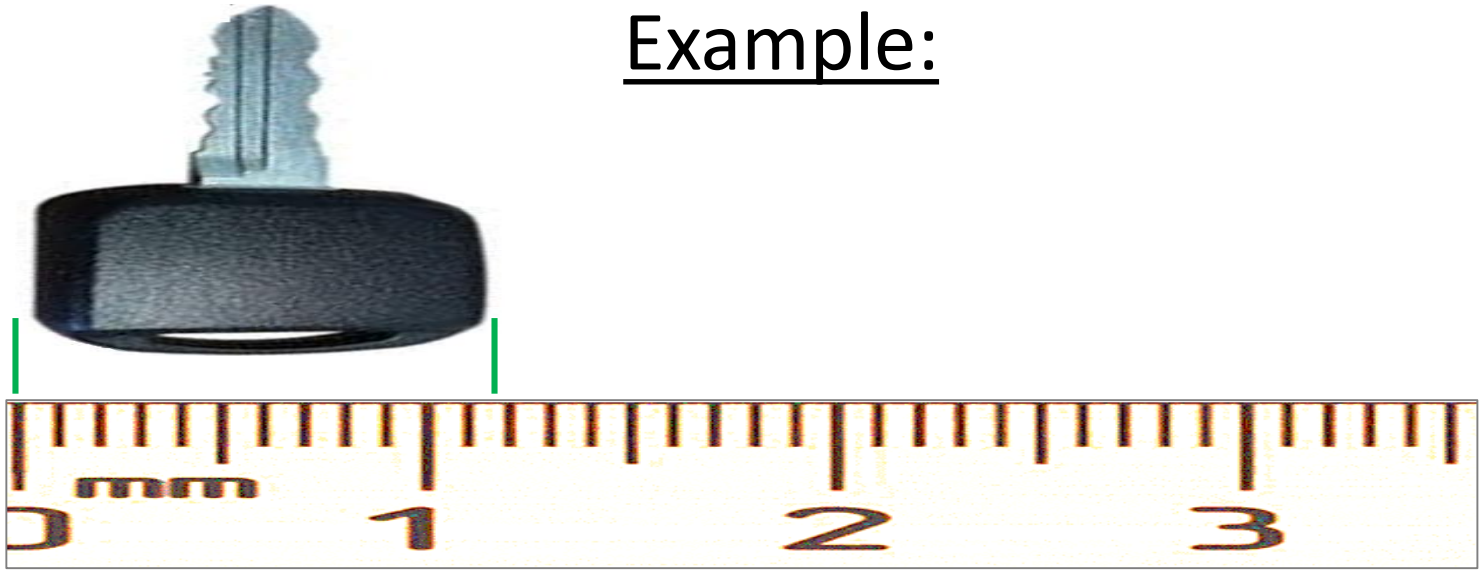
Result
نتيجة القياس

Error (smallest division)
الخطأ (وهو أصغر تقسيم)

⇒ its ***true*** width (العرض الصحيح) likely lies between **1.2 and 1.0 cm**

أي أن عرض الكتاب الصحيح من المرجح أن يقع بين 1.2cm و 1.0cm

Example:



The width (عرض) of the key (المفتاح) is **1.1 ± 0.1 cm or 11 ± 1 mm**

Result
نتيجة القياس

Error (smallest division)
الخطأ (وهو أصغر تقسيم)

⇒ its ***true*** width (العرض الصحيح) likely lies between **1.2 and 1.0 cm**

أي أن عرض المفتاح الصحيح من المرجح أن يقع بين 1.2cm و 1.0cm

Example:

The width (عرض) of the finger (الاصبع) is **0.7 ± 0.1 cm** or **7 ± 1 mm**

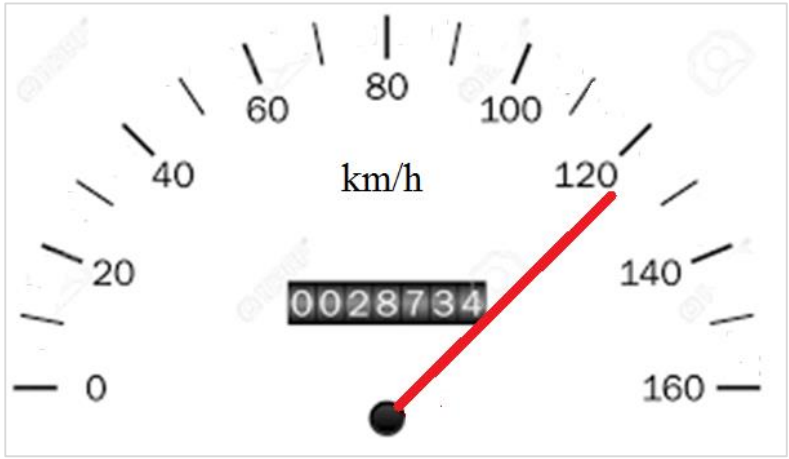
Result
نتيجة القياس

Error (smallest division)
الخطأ (وهو أصغر تقسيم)

⇒ its ***true*** width (العرض الصحيح) likely lies between **0.8 and 0.6 cm**

أي أن عرض الاصبع الصحيح من المرجح أن يقع بين 0.8cm و 0.6cm

Example:



The car speed (سرعة السيارة) is **120 ± 10 km/h**

Result
نتيجة القياس

Error (smallest division)
الخطأ (وهو أصغر تقسيم)

⇒ its ***true*** speed (السرعة الصحيحة) likely lies between **130 and 110 km/h**

أي أن سرعة السيارة الصحيحة من المرجح أن يقع بين 130km/h و 110km/h

Example:

The car speed (سرعة السيارة) is **60 ± 10 km/h**

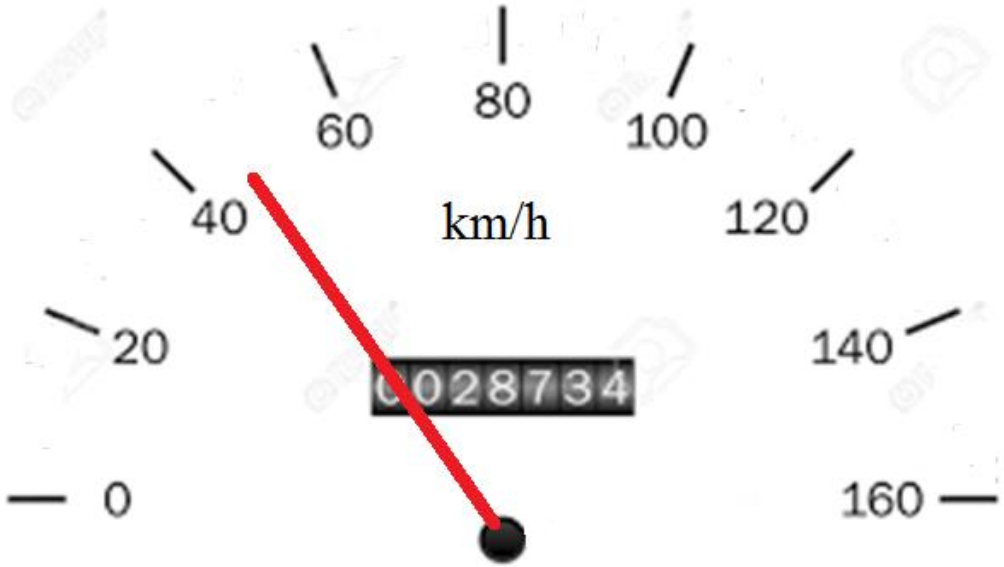
Result
نتيجة القياس

Error (smallest division)
الخطأ (وهو أصغر تقسيم)

⇒ its ***true*** speed (السرعة الصحيحة) likely lies between **70 and 50 km/h**

أي أن سرعة السيارة الصحيحة من المرجح أن يقع بين 70km/h و 50km/h

Exercise تمرين



The car speed (سرعة السيارة) is .....

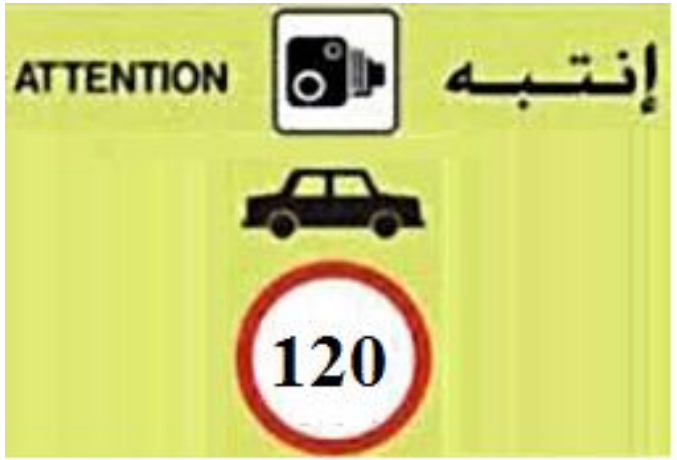
Exercise تمرين

The car speed (سرعة السيارة) is .....

Question سؤال

Why the allowed highway speed limit lies between 110 km/h and 129 km/h ?

لماذا تكون السرعة المسموح بها في الطريق السريع تقع بين 110 و 129km/h ؟



Percent uncertainty

النسبة المئوية للخطأ أو عدم اليقين
Percent uncertainty $= \frac{uncertainty\ (error) \times 100}{Result}\ \%$

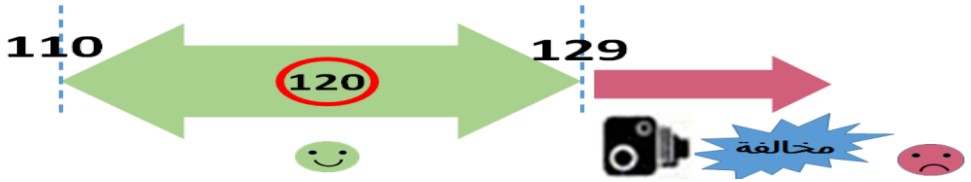
Example

The car speed (سرعة السيارة) is **120 ± 10 km/h**

Result
نتيجة القياس

Error (smallest division)
الخطأ (وهو أصغر تقسيم)

النسبة المئوية للخطأ أو الزيادة في السرعة
Percent uncertainty $= \frac{10 \times 100}{120}\ \% \approx 10\ \%$



Example:

The percent uncertainty in the measurement $L = 20.2 \pm 0.4$ cm is:

A	0.5%
B	1%
C	2% ✓
D	4%

$$\text{The Percent Uncertainty (P.U.)} = \frac{\text{Error}}{\text{Result}} \times 100\ \%$$

$$Error = 0.4\,cm \ ; \ result = 20.2\ cm$$

$$\therefore \text{P.U.} = \frac{0.4\,cm}{20.2\ cm} \times 100\ \% = 1.9801\,\% \approx 2\,\%$$

Example:

The percent uncertainty in a measurement $A = 2.03\ m^2$ is:

A	0.5%✓
B	1%
C	2%
D	4%

Result = 2.03 m^2 (with ***two decimal places*** بمنزلتين عشريتين)

$\Rightarrow$In this case the ***error*** is taken as the smallest number with ***two decimal places.***

$\Rightarrow$ Error = 0.01 m^2

$$\text{The Percent Uncertainty (P.U.)} = \frac{\text{Error}}{\text{Result}} \times 100\ \%$$

$$\therefore \text{P.U.} = \frac{0.01 m^2}{2.03 m^2} \times 100\ \% \approx 0.5\%$$