حسب المنهاج الجديد

منصة أساس التعليمية تقدم للكم

النيرد في مادة الفيزياء

الوحدة الأولى من مادة الفيزياء الصف التاسع

إعداد وتنسيق: الأستاذ معاذ أبو يحيى

يمكنكم متابعة شرح المادة عبر منصة أساس التعليمية والتواصل معنا من خلال:

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

الأستاذ معاذ أمجد أبو يحيى

0795360003

بإمكانكم متابعة شرح التأسيس من خلال
قناة مدرسة الفيزياء على اليوتيوب

بإمكانكم متابعة كل جديد معنا من خلال
قناة الأستاذ معاذ أبو يحيى على التيلجرام

بإمكانكم متابعة منصة أساس التعليمية
ليصلكم كل جديد بمختلف المواد الدراسية

المقدمة

بسم الله، والصلاة والسلام على خير معلم الناس الخير نبينا محمد وعلى آله وصحبة أجمعين، أما بعد:

في هذا الملف قُمنا بترتيب طرح المواضيع والمحتوى والأفكار وإضافة ملاحظات وشروحات لأساليب حل الأسئلة وطريقة التعامل معها ورسومات توضيحية ملونة ومُصممة خصيصًا لهذا الكورس، وقُمنا بجمع وإضافة أسئلة وتدريبات على مختلف أفكار المادة وحل أسئلة فكر والواجبات والتمارين الواردة في الكتاب المدرسي، وفي نهاية كل درس وضعنا لكم مُرفق حل أسئلة الدروس حتى نتمم عليكم كل ما تحتاجونه في المادة وكل ما هو لازم لحصول الطالب على العلامة الكاملة.

في النهاية نسأل الله للجميع العلم النافع والعمل الصالح والتوفيق والسداد والإخلاص والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

أ.معاذ أمجد أبو يحيى

متابعة شرح المادة

بإمكانكم متابعة شرح المادة التفصيلي والشامل وأوراق عمل المادة والامتحانات من خلال بطاقات منصة أساس التعليمية للصف التاسع.

فهرس الكورس

الدرس الأول: النظام الدولي للوحدات 3

حل أسئلة الدرس الأول 13

الدرس الثاني: القياس والأرقام المعنوية 16

حل أسئلة الدرس الثاني 28

الدرس الثالث: أخطاء القياس 30

حل أسئلة الدرس الثالث 45

الوحدة الأولى من مادة فيزياء التاسع النهاج الجديد

القياس

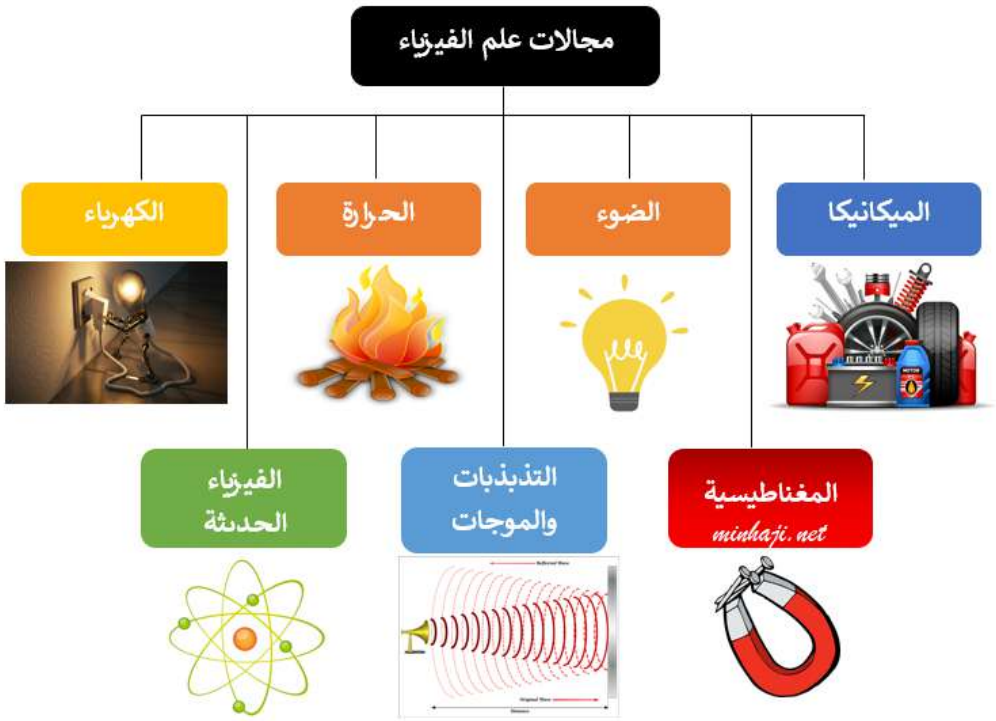
الوحدة الأولى: القياس

الدرس الأول: النظام الدولي للوحدات

سؤال وضح ما المقصود بالفيزياء (Physics)؟

الفيزياء (علم الطبيعة).

⇦ وهي لفظة إغريقية تعني معرفة الطبيعة وهذا العلم يعني بدراسة الأنظمة بدءاً من الجسيمات المتناهية في الصغر مثل الذرة إلى المجرة التي تشكل الكرة الأرضية جزءاً بسيطًا منها.



سؤال لعلم الفيزياء فروع كثيرة ذات أهمية، معتمدًا على الشكل أذكرها.

- علم الديناميكا الحرارية حيث يعتمد عليه عمل محرك السيارة ومبردها.
- علم الكهرمغناطيسية يعتمد عليه عمل البطارية ومصابيح السيارة.
- علم البصريات ويعتمد عليه طريقة عمل المرايا وضوء المصابيح والعدسات.

سؤال وضح ما المقصود بالكمية الفيزيائية؟

كل جزء من الطبيعة يمكن تحديد كميته بالقياس أو بالحساب، يُعبر عنها بقيمة عددية مُرفقة عادة بوحدة قياس.

☑ بعض الكميات قابل للقياس بشكل مباشر مثل الكتلة والزمن.

☑ بعض الكميات غير قابلة للقياس بشكل مباشر مثل الكثافة والسرعة والتسارع.

■ الشكل العام للتعبير عن الكمية الفيزيائية:

$$A = \text{Magnitude} + \text{Unit} , \text{Direction}$$

- A: الكمية الفيزيائية
- Magnitude: المقدار
- Unit: الوحدة
- Direction: الاتجاه

النظام العالمي للوحدات

نلاحظ اختلاف وحدات القياس من بلد إلى آخر فالعرب مثلا استخدموا وحدتي الباع والذراع لقياس الطول بينما اعتمد الرومان وحدتي الميل والقدم في قياس الطول.

سؤال تُصنف أنظمة القياس إلى نظامين رئيسين. ما هما؟

❶ النظام المتري (msk). ❷ نظام (cgs).

نظام (msk)		نظام (cgs)	
الطول	المتر (m)	الطول	السنتيمتر (cm)
الكتلة	الكيلوغرام (kg)	الكتلة	الغرام (g)
الزمن	الثانية (s)	الزمن	الثانية (s)

تم عقد مؤتمر عالمي للأوزان والمقاييس في عام 1960 م، اتفق فيه العلماء على ضرورة اعتماد نظام موحد للقياس حيث تم الاتفاق على اعتماد سبع كميات أساسية. وسمي هذا النظام بـ (النظام العالمي للوحدات) ويرمز له بالرمز (SI) ويمثل هذا الرمز اختصار الكلمات التي تعطي معنى النظام العالمي للوحدات وهي: (System international Unit) .

الرمز	الوحدة	الكمية
L	متر	الطول (Length)
m	كيلو غرام	الكتلة (Mass)
t	ثانية	الزمن (Time)
I	أمبير	التيار الكهربائي (Current)
T	كلفن	درجة الحرارة (Temperature)
mol	مول	كمية المادة (mol)
cd	قنديلة	شدة الإضاءة (candela)

■ يمكن تقسيم الكميات الفيزيائية إلى:

❶ **كميات أساسية**: هي الكمية التي تعرف بمقدار واحد فقط دون الحاجة إلى كمية فيزيائية أخرى لتعريفها.

وهي سبع كميات متفق عليها في النظام الدولي تم ذكرها سابقًا.

❷ **كميات مشتقة**: هي الكمية التي يتم استنتاجها من الكميات الاساسية أي أننا نحتاج في تعريفها الى أكثر من كمية أساسية مثل السرعة والتي تساوى مقسوم المسافة على الزمن.

الكميّةُ	معادلةُ تعريفِها	رمزُ الوحدةِ	اسمُ الوحدةِ
السرعةُ	$v = \frac{s}{t}$	ms^{-1} أو m/s	متر / ثانية
التَّسارُعُ	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	ms^{-2} أو m/s^2	متر / ثانية^2
القوّةُ	$F = ma$	$N = kg.m.s^{-2}$	نيوتن (newton)
الشُّغلُ	$W = F.\Delta x$	$J = kg.m^2.s^{-2}$	جول (joule)
الضغطُ	$P = \frac{F}{A}$	$Pa = kg.m^{-1}.s^{-2}$	باسكال (pascal)

■ قواعد التعامل مع وحدات القياس:

1. الوحدات المركبة الناتجة عن حاصل ضرب وحدتين أو أكثر تكتب بالترتيب نفسه.

$$newton\ meter \Rightarrow Nm$$

2. الوحدة التي تُضرب في نفسها مرة أو أكثر تكتب باستخدام الأسس المناسبة.

$$m \times m \times m \Rightarrow m^3$$

3. في حال قسمة الوحدات يُفضل عدم استخدام إشارة الكسر.

$$\frac{m}{s} \Rightarrow m.s^{-1} \text{ or } m/s$$

4. وحدات القياس في طرفي المعادلة يجب أن تكون متماثلة (متجانسة).

$$A = l \times w \Rightarrow m^2 = m \times m$$

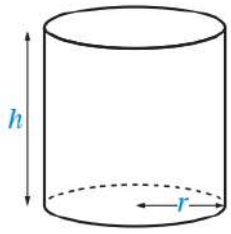
ملاحظات مهمة

☑ عند جمع كميات فيزيائية أو طرحها فإن وحدات قياس تلك الكميات يجب أن تكون متماثلة من نفس وحدة القياس فمثلا غير صحيح جمع كمية فيزيائية بالكيلوغرام مع كمية فيزيائية بالغرام.

سؤال أشتق وحدة قياس حجم متوازي المستطيلات علمًا أن حجمه (V) يساوي حاصل ضرب الطول (l) والعرض (w) والارتفاع (h)، حسب العلاقة ($V = l \times w \times h$).

$$V = l \times w \times h \rightarrow m^3 = [m] \times [m] \times [m] \rightarrow m^3 = m^3$$

سؤال يُعبر عن حجم الأسطوانة بالعلاقة:



$$V = \pi r^2 h$$

حيث (r) نصف قطر الأسطوانة و (h) ارتفاعها. تحقق من تجانس طرفي معادلة حساب حجم الأسطوانة، علمًا بأن وحدة قياس الحجم هي (m^3).

$$V = \pi r^2 h \rightarrow m^3 = [m]^2 \times [m] \rightarrow m^3 = m^3$$

سؤال إضافي NERD يُعبر عن مساحة المربع بالعلاقة:

$$A = L^2$$

حيث (L) طول ضلع المربع. تحقق من تجانس طرفي معادلة حساب مساحة المربع، علمًا بأن وحدة قياس المساحة هي (m^2).

$$A = L^2 \rightarrow m^2 = [m]^2 \rightarrow m^2 = m^2$$

سؤال إضافي NERD أشتق وحدة قياس محصلة القوى علمًا أن محصلة القوى ($\sum F$) تساوي حاصل ضرب الكتلة (m) والتسارع (a)، حسب العلاقة ($\sum F = m \times a$).

$$\sum F = m \times a \rightarrow \sum F = [kg] \times [\frac{m}{s^2}] \rightarrow kg.m/s^2$$

بادئات النظام العالمي

سؤال وضح ما المقصود بالبادئات؟

حروف لاتينية تُكتب أمام وحدة القياس على أن تدل كل بادئة منها على جزء من قيمة الكمية الفيزيائية أو إحدى مضاعفاتها من قوى العدد (10).

سؤال ما أهمية استخدام البادئات؟

يتم استخدام البادئات لتسهيل التعامل مع الأرقام الكبيرة جدا أو الصغيرة جدا.

البادئة	Prefixes	الرمز	التعبير الأسي
فيمتو	femto	f	10^{-15}
بيكو	pico	p	10^{-12}
نانو	nano	n	10^{-9}
مايكرو	micro	μ	10^{-6}
ملي	milli	m	10^{-3}
كيلو	kilo	K	10^{+3}
ميجا	Mega	M	10^{+6}
جيجا	Giga	G	10^{+9}
تيرا	Tera	T	10^{+12}
بيتا	peta	P	10^{+15}

سؤال إضافي NERD اكتب البادئات الآتية بالصورة العشرية:

(1) Mega → 1000000

(2) nano → 0.000000001

(3) kilo → 1000

(4) milli → 0.001

سؤال أكتب مقدار الطاقة ($5.26 \times 10^4\ J$) باستخدام البادئة المناسبة.

نختار أقرب بادئة للأس ومن ثم نقوم بتجهيز المعامل والأس.

$$5.26 \times 10^4\ J \rightarrow 52.6 \times 10^3\ J \rightarrow 52.6\ kJ$$

سؤال إضافي اكتب الكميات الآتية باستخدام البادئة المناسبة:

(1) $0.01 \times 10^4\ m \rightarrow 0.1 \times 10^3\ m \rightarrow 0.1\ km$

(2) $9000 \times 10^{-9}\ N \rightarrow 9000\ nN$

(3) $0.5 \times 10^{-4}\ J \rightarrow 0.05 \times 10^{-3}\ J \rightarrow 0.05\ mJ$

■ الطريقة العلمية لكتابة الأعداد:

✪ يمكن كتابة أي عدد بالطريقة العلمية على الصورة الآتية:

$$A \times 10^n \Rightarrow 0 < |A| < 10 \Rightarrow n: +or- Number$$

تمرين أكتب الكميات الآتية بالصورة العلمية:

- $23.07 \times 10^2 \rightarrow 2.307 \times 10^3$
- $0.02587 \times 10^3 \rightarrow 2.587 \times 10^1$
- $0.00005 \times 10^{-5} \rightarrow 5 \times 10^{-10}$
- $547.25 \rightarrow 5.4725 \times 10^2$

سؤال إضافي اكتب الكميات الآتية بالصورة العلمية:

- $200000 \rightarrow 2.00000 \times 10^5 \rightarrow 2 \times 10^5$
- $-100 \rightarrow -1.00 \times 10^2 \rightarrow -1 \times 10^2$
- $-7 \rightarrow -7 \times 10^0$

سؤال يُقاس تردد الموجات (مثل موجات الراديو) باستخدام وحدة (Hz) وتكافئ (s^{-1}). أكتب ($500\ GHz$) بوحدة (Hz) بالصورة العلمية.

$$500\ GHz \rightarrow 500 \times 10^{9}\ Hz \rightarrow 5.00 \times 10^{11}\ Hz \rightarrow 5 \times 10^{11}\ Hz$$

سؤال إضافي اكتب الكميات الآتية بالصورة العلمية:

- $365\ \mu m \rightarrow 365 \times 10^{-6}\ m \rightarrow 3.65 \times 10^{-4}\ m$
- $0.052\ Pm \rightarrow 0.052 \times 10^{15} \rightarrow 5.2 \times 10^{13}\ m$
- $90.5\ pm \rightarrow 90.5 \times 10^{-12} \rightarrow 9.05 \times 10^{-11}\ m$

■ مُعامل التحويل: (Conversion Factor)

سؤال وضح ما المقصود بمُعامل التحويل؟

مقدار يمكن ضرب بوحدة القياس لتحويل إلى وحدة قياس أخرى..

✪ مُعاملات التحويل المطلوبة ضمن منهاجنا هي:

- $1\ kg \rightarrow 1000\ gram$
- $1\ km \rightarrow 1000\ m$
- $1\ m \rightarrow 100\ cm$
- $1\ day \rightarrow 24\ hours$
- $1\ hour \rightarrow 60\ min \rightarrow 3600\ s$
- $1\ year \rightarrow 365\ days$

✪ قاعدة التحويل باستخدام مُعاملات التحويل (دحولني يا عطواني)

$$Secondary\ unit \times \frac{Basic\ Unit}{Secondary\ unit}$$

- $100\ \cancel{g} \times \frac{1\ kg}{1000\ \cancel{g}} \rightarrow \frac{1}{10}\ kg \rightarrow 0.1\ kg$
- $36\ \cancel{km}/\cancel{h} \times \frac{1000\ m}{1\ \cancel{km}} \times \frac{1\ \cancel{h}}{3600\ s} \rightarrow 10\ m/s$

سؤال كتلة قطره زيت تساوي $(5.6\ g)$، عبر عن كتلة الزيت بوحدة (kg) وبالصورة العلمية، علمًا أن $(1\ kg)$ يُكافئ $(1000\ g)$.

$$5.6\ g \times \frac{1\ kg}{1000\ g} \rightarrow \frac{5.6}{1000} \rightarrow 5.6 \times 10^{-3}\ kg$$

سؤال جد $(2\ h)$ بوحدة (s).

$$2\ h \times \frac{3600\ s}{1\ h} \rightarrow 2 \times 3600\ s \rightarrow 7200\ s \rightarrow 7.200 \times 10^{3}\ s$$

سؤال سيارة تتحرك بسرعة $(54\ km/h)$، جد سرعة السيارة بوحدة (m/s).

$$54\ \frac{km}{h} \times \frac{1000\ m}{1\ km} \times \frac{1\ h}{3600\ s} \rightarrow 15\ m/s$$

سؤال إضافي NERD عبر عن كل كمية فيزيائية مما يلي بالصورة العلمية بعد تحويلها للوحدة الأساسية.

- $5.5\ min \rightarrow 5.5\ min \times \frac{60\ s}{1\ \text{min}} \rightarrow 330\ s \rightarrow 3.30 \times 10^{2}\ s$
- $0.5\ hours \rightarrow 0.5\ hours \times \frac{3600\ s}{1\ \text{hour}} \rightarrow 1800\ s \rightarrow 1.800 \times 10^{3}\ s$
- $4200\ g \rightarrow 4200\ g \times \frac{1\ kg}{1000\ g} \rightarrow 4.2\ kg \rightarrow 4.2 \times 10^{0}\ kg$
- $0.01\ km \rightarrow 0.01\ km \times \frac{1000\ m}{1\ km} \rightarrow 10\ m \rightarrow 1.0 \times 10^{1}\ m$
- $0.6\ km/min \rightarrow 0.6\ \frac{km}{min} \times \frac{1000\ m}{1\ km} \times \frac{1\ min}{60\ s} \rightarrow 10\ m/s \rightarrow 1.0 \times 10^{1}\ m/s$
- $9500\ m/h \rightarrow 9000\ \frac{m}{h} \times \frac{1\ h}{3600\ s} \rightarrow 2.5\ m/s \rightarrow 2.5 \times 10^{0}\ m/s$

ملاحظات مهمة

☑ إذا طلب السؤال منا التحويل من بادئة إلى بادئة نقوم بتحويل الكمية الفيزيائية للوحدة الأساسية ومن ثم نقوم بتجهيز المقدار لتحويلها إلى البادئة الأخرى.

تمرين أكتب $(5.6\ pm)$ بدلالة (m).

$$5.6\ pm \rightarrow 5.6 \times 10^{-12}\ m$$

تمرين أكتب $(20\ \mu A)$ بدلالة (mA).

$$20\ \mu A \rightarrow 20 \times 10^{-6}\ A \rightarrow 20 \times 10^{-3} \times 10^{-3}\ A \rightarrow 20 \times 10^{-3}\ mA$$

Another solution ...

$$20\ \mu A \rightarrow 20 \times 10^{-6}\ A \rightarrow 20000 \times 10^{-3} \times 10^{-6}\ A$$
$$\rightarrow 20000 \times 10^{-6}\ mA$$

سؤال إضافي أكتب $(55\ pm)$ بدلالة (nm).

$$55\ pm \rightarrow 55 \times 10^{-12}\ m \rightarrow 55 \times 10^{-3} \times 10^{-9}\ m \rightarrow 55 \times 10^{-3}\ nm$$

Another solution ...

$$55\ pm \rightarrow 55 \times 10^{-12}\ m \rightarrow 0.055 \times 10^{-9}\ m \rightarrow 0.055\ nm$$

سؤال إضافي أكتب $(55\ nm)$ بدلالة (pm).

$$13\ nJ \rightarrow 13 \times 10^{-9}\ J \rightarrow 13000 \times 10^{-12}\ J \rightarrow 13000\ pJ$$

حل أسئلة مراجعة الدرس الأول: النظام الدولي للوحدات

سؤال 1 ما أهمية استخدام وحدات قياس موحدة؟ وما أهمية استخدام البادئات العلمية؟

تم توحيد وحدات القياس لتسهيل التعاملات التجارية والعلمية بين مختلف الدول ويتم استخدام البادئات العلمية لتسهيل عمليات القياس والتعامل مع الأرقام والأعداد وإجراء العمليات عليها.

سؤال 2 أكتب مجالاً من مجالات استخدام علم الفيزياء فيما يأتي:

المدفأة الكهربائية: علم الكهرومغناطيسية.

حركة لاعب القفز باستخدام الزانة: علم فيزياء الحركة والفيزياء الكلاسيكية.

المجهر الضوئي: علم البصريات.

سؤال 3 السنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة، جد مقدار السنة الضوئية بوحدة (m)، آخذا في الحسبان أن السنة الميلادية (365) يومًا شمسيًا ($24\ h$)، وأن سرعة الضوء ($3 \times 10^8\ ms^{-1}$).

$$v = d \div t \rightarrow d = v \times t$$

$$d = 3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 3600 \rightarrow 94608000 \times 10^8\ m$$

$$d = 94608 \times 10^{11}\ m$$

سؤال 4 أكتب الكميات الآتية باستخدام بادئات النظام الدولي المناسبة:

أ. $1.2 \times 10^{-3}\ s$

$$1.2 \times 10^{-3} \rightarrow 1.2\ ms$$

ب. $4.5 \times 10^{-9}\ m$

$$4.5 \times 10^{-9} \rightarrow 4.5\ nm$$

جـ. $2.5 \times 10^{10}\ J$

$$2.5 \times 10^{10} \rightarrow 25 \times 10^{9} \rightarrow 25\ GJ$$

سؤال 5 تحقق من تجانس المعادلات الآتية من حيث وحدات القياس: حيث (a) التسارع، (Δx) الإزاحة، (v_i) السرعة الابتدائية، (v_f) السرعة النهائية، (t) الزمن.

أ. $v_2 = v_1 + at$

$$v_2 = v_1 + at \rightarrow \left[\frac{m}{s}\right] = \frac{m}{s} + \frac{m}{s^2}.s = \frac{m}{s} + \frac{m}{s} = \frac{2m}{s} = 2\left[\frac{m}{s}\right]$$

ب. ${v_2}^2 = {v_1}^2 + 2a\Delta x$

$${v_2}^2 = {v_1}^2 + 2a\Delta x \rightarrow \left[\frac{m}{s}\right]^2 = \left(\frac{m}{s}\right)^2 + 2\frac{m}{s^2}.m = \left(\frac{m}{s}\right)^2 + 2\left(\frac{m}{s}\right)^2$$

$$\left[\frac{m}{s}\right]^2 = 3\left(\frac{m}{s}\right)^2$$

جـ. $\Delta x = v_1 t + \frac{1}{2}at^2$

$$\Delta x = v_1 t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow$$

$$\left[\frac{m}{s}\right]^2 = \left(\frac{m}{s}\right)^2 + 2\frac{m}{s^2}.m = \left(\frac{m}{s}\right)^2 + 2\left(\frac{m}{s}\right)^2$$

سؤال 6 أكتب الكميات الآتية باستخدام الصورة العلمية:

أ. $12\ TW$

$$12\ TW \rightarrow 12 \times 10^{12}\ W \rightarrow 1.2 \times 10^{13}\ W$$

ب. $720\ MJ$

$$720\ MJ \rightarrow 720 \times 10^{6}\ J \rightarrow 7.20 \times 10^{8}\ J$$

جـ. $3.8\ \mu m$

$$3.8\ \mu m \rightarrow 3.8 \times 10^{-6}\ m$$

سؤال 7 أستخرج من النص الكميات الفيزيائية ووحدات قياسها.

ذهبت سلمى من بيتها في مدينة الزرقاء إلى مدينة جرش قاطعة مسافة ($60\ km$) في ($70\ min$) لزيارة آثار جرش الجميلة، واشترت لترين من الماء ولترًا من العصير، و ($500\ g$) من المكسرات. وقد استمتعت سلمى برحلتها كثيرًا، وعادت تحكي لأختها عن جمال مدينة جرش.

$$distance \rightarrow 60\ km$$

$$time \rightarrow 70\ min$$

$$Volume_{\text{الماء}} \rightarrow 2\ L$$

$$Volume_{\text{العصير}} \rightarrow 1\ L$$

$$mass \rightarrow 500\ g$$

الوحدة الأولى: القياس

الدرس الثاني: القياس والأرقام المعنوية

سؤال **وضح ما المقصود بـ (القياس)؟**

وسيلة للتعبير بالأرقام عن كمية فيزيائية عن طريق مقارنتها بكمية معلومة من النوع نفسه تُسمى وحدة القياس.

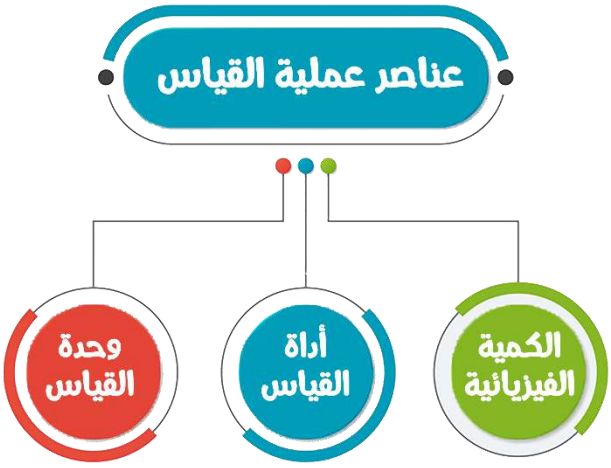
مثل قياس طول قلم بوحدة (cm)، أو قياس درجة حرارة الغرفة بوحدة درجة سلسيوس (°C).

سؤال **لماذا يُعتبر القياس ذو أهمية كبيرة في مجالات الحياة؟ مع ذكر أمثلة على أهميته..**

لأن التعبير عن الكميات بالأرقام يعتبر أكثر دقة من الاعتماد على الوصف النظري.

- وصف درجة حرارة الجسم بأنها مرتفعة لا يكون دقيق إذا تم مقارنته بالوصف الرقمي بالقول أن درجة حرارة الجسم (39 °C).
- الطبيب لن يتمكن من تشخيص حالة المريض على نحو دقيق قبل أن يطلب فحوصًا تتضمن قياسات لدرجة الحرارة للجسم ومعدل ضرب القلب وضغط الدم وغيره ..

سؤال **تتضمن عملية القياس ثلاثة عناصر رئيسية. وضح ما هي؟**



أتحقَّق: حدد عناصر القياس فيما يأتي: استخدم أحمد ساعة اليد في قياس الزمن من لحظة مغادرته المنزل إلى أن وصل إلى المدرسة، فوجد أنه ($15\ min$).

الكمية الفيزيائية المراد قياسها هي (الزمن).

أداة القياس هي (ساعة اليد).

وحدة القياس هي (دقيقة min).

سؤال إضافي NERD قام أحمد بفحص درجة حرارة كوب الشاي قبل شربه فوضع ميزان حراري إلكتروني ليعطيه قراءة ($40\ ^oC$)، حدد عناصر القياس.

الكمية الفيزيائية المراد قياسها هي (درجة الحرارة).

أداة القياس هي (ميزان حرارة إلكتروني).

وحدة القياس هي (^oC).

سؤال: تتنوع أدوت القياس في أشكالها لتُناسب الغرض الذي صممت من أجله، حدد ما الأمور الواجب أخذها في الحسبان في عملية القياس؟

❶ اختيار الأداة المناسبة. ❷ معرفة أصغر تدريج يقرؤه الجهاز أو الاداة.

ملاحظات مهمة

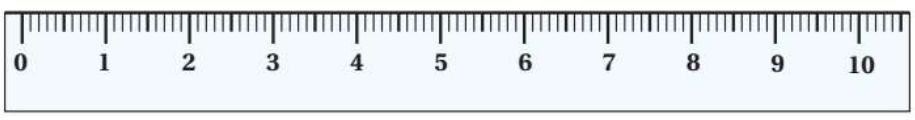
- من الأمثلة على الادوات المستخدمة في قياس الطول: المسطرة والميكروميتر وقديما كان الناس يستعملون الذراع والقدم لقياس الطول.

■ المسطرة:

☑ من أبسط أدوات القياس المستخدمة في الحياة اليومية.

☑ بالعادة تكون مدرجة بالمليمتر وأصغر تدريج يظهر على المسطرة هو ($1\ mm$).

☑ قد تكون المسطرة مناسبة لقياس طول قلم أو كتاب لكن لا يمكن أن تكون اداة مناسبة لقياس سُمك ورقة أو صفيحة رقيقة.



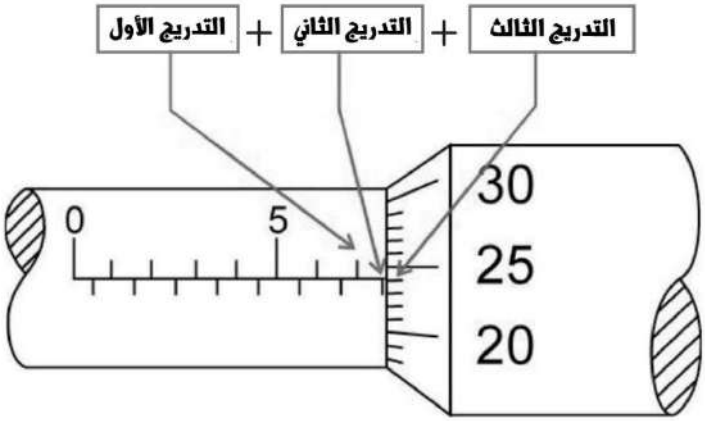
■ الميكروميتر:

☑ أداة تستخدم لقياس الأطوال الصغيرة التي لا تستطيع المسطرة قياسها لصغر التدريج.

☑ تصل دقة القياس فيها إلى ($0.01\ mm$) ويمكن استخدامها في قياس سمك صفحة رقيقة.

☑ قد تكون المسطرة مناسبة لقياس طول قلم أو كتاب لكن لا يمكن أن تكون اداة مناسبة لقياس سُمك ورقة أو صفيحة رقيقة.

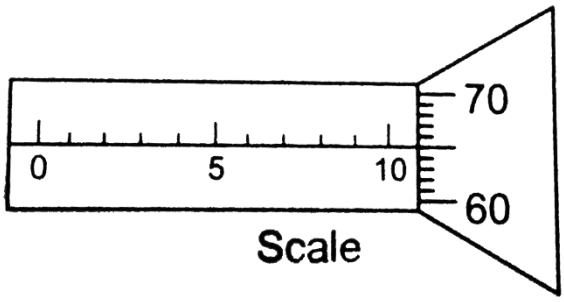
سؤال ؟ ما هي خطوات تسجيل قراءة الميكروميتر؟



- قراءة المقياس الطولي العلوي (التدريج الأول) تكون بالمليمتر.
- قراءة المقياس الطولي السفلي (التدريج الثاني) تكون بأنصاف المليمتر.
- قراءة التدريج الدائري (التدريج الثالث) تكون بالمليمتر لكن الرقم مضروب بـ (0.01).
- قراءة الميكروميتر تمثل مجموع القراءات التدريج الأول والثاني والثالث.

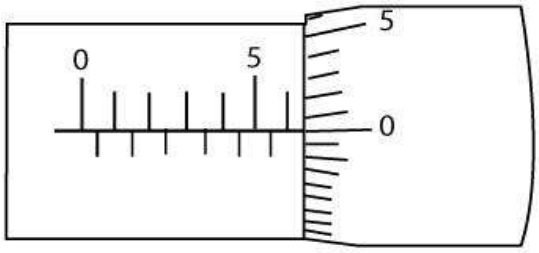
$$Reading\ is \rightarrow 7\ mm + 0.5\ mm + 24 \times 0.01\ mm \rightarrow 7.74\ mm$$

سؤال إضافي NERD جد قراءة الميكروميتر في كل صورة مما يلي:



$$10\ mm + 0\ mm + 65 \times 0.01\ mm$$

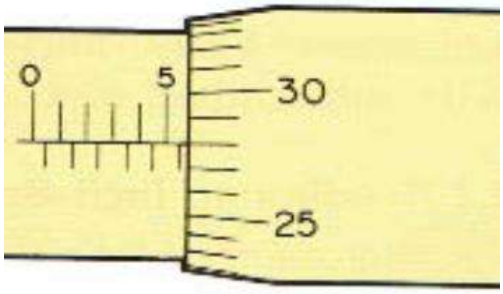
$$Reading\ is: 10.65\ mm$$



$$6\ mm + 0\ mm + 0 \times 0.01\ mm$$

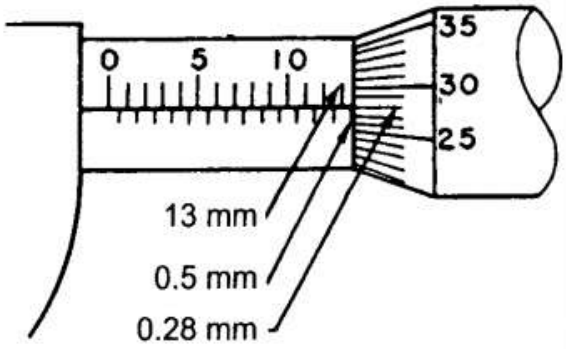
$$Reading\ is: 6\ mm$$

سؤال إضافي NERD **جد قراءة الميكروميتر في كل صورة مما يلي:**



$5\ mm + 0.5\ mm + 28 \times 0.01\ mm$

$Reading\ is: 5.78\ mm$



$13\ mm + 0.5\ mm + 28 \times 0.01\ mm$

$Reading\ is: 13.78\ mm$

■ الأرقام الدقيقة والمعنوية:

سؤال ? **وضح ما المقصود بالأرقام الدقيقة مع ذكر مثال عليها؟**

هي الأرقام التي لا مجال للشك فيها وتكون ذات قيمة دقيقة محددة وثابتة.

- مثل الأرقام المستخدمة في العدّ المباشر أو المستخدمة في العلاقة بين الوحدات الفيزيائية.

الأرقام الدقيقة: $Exact\ Numbers$

الأرقام المعنوية: $Significant\ Figures$

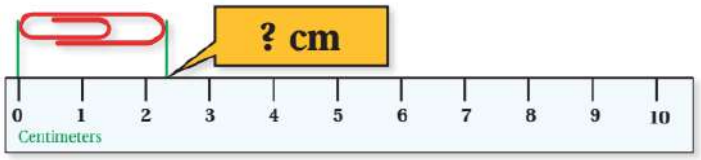
سؤال ? **وضح ما المقصود بالأرقام المعنوية مع ذكر مثال عليها؟**

الأرقام المؤكدة التي نتج عن عملية القياس إضافة إلى الرقم التقديري.

- مثل الأرقام الناتجة عن قياس طول جسم معين بواسطة المسطرة.

إشكاليات القياس والأرقام المعنوية

قياس المسطرة المُدرج في الصورة يُعطي للطالب بدقة أن طول المشبك أكبر من ($2\ cm$) لكن يُقدر الرقم الذي بعد ذلك إن كان ($2.3\ cm$) أو ($2.4\ cm$) والسبب في ذلك أن المسطرة مدرجة بوحدة السنتيمتر لذلك فهي تؤكد قياس السنتيمتر وتقدر قياس أجزاء السنتيمتر (المليمترات) وبالتالي فالقياس هنا يتضمن رقمين معنويين المؤكد والمُقدر.

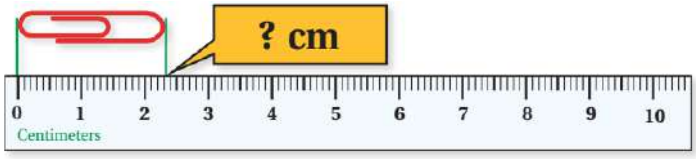


$$2.3\ cm \rightarrow (2)\ \text{رقم مؤكد} \rightarrow (3)\ \text{رقم مشكوك فيه}$$

يعتمد عدد الأرقام المعنوية في القياس على مقدار أصغر تدريج يظهر على أداة القياس.

$$m \rightarrow cm \rightarrow mm$$

قياس المسطرة المُدرج في الصورة يُعطي للطالب بدقة أن طول المشبك أكبر من ($2.3\ cm$) لكن يُقدر الرقم الذي بعد ذلك إن كان ($2.33\ cm$) أو ($2.34\ cm$) والسبب في ذلك أن المسطرة مدرجة بوحدة أجزاء السنتيمتر (المليمترات) لذلك فهي تؤكد قياس السنتيمتر وتقدر قياس أجزاء المليمتر وبالتالي فالقياس هنا يتضمن ثلاثة أرقام معنوية المؤكد منها (2.3) ورقم الأخير هو المشكوك فيه.



$$2.34\ cm \rightarrow (2.3)\ \text{رقم مؤكد} \rightarrow (4)\ \text{رقم مشكوك فيه}$$

قاعدة أبدية: يكون الرقم الأبعد إلى اليمين في نتيجة القيس مشكوكًا فيه ولا يمكن تأكيد قياسه إلا بواسطة أداة قياس أخرى أكثر دقة.

قاعدة أبدية: كلما زاد عدد الأرقام المعنوية زادت دقة القياس.

سؤال إضافي NERD **حدد أي الحالات الآتية تُعتبر رقمًا دقيقًا وأيها رقمًا معنويا:**

أ- يبلغ عدد طلابي صفي (30) طالب. ⇦ رقم دقيق

ب- درجة حرارة الجو اليوم في عمان تبلغ ($30\ ^oC$). ⇦ رقم معنوي

جـ- عدد المساجد في منطقتي (15) مسجد. ⇦ رقم دقيق

د- قُمت بقاس طولي من خلال شريط متري فتبين بأنه يساوي ($1.7\ m$). ⇦ رقم معنوي

أُفكِّرُ: **استخدمت نور مسطرة لقياس طول جسم، وعبرت عن القياس بالمقدار ($12.350\ cm$). فإذا كان أكبر تدريج يظهر على المسطرة ($30\ cm$) وأصغر تدريج ($1\ mm$)، فهل النتيجة مقبولة علميًا؟ فسر إجابتك.**

بما أن تدريج المسطرة يؤكد الأرقام المُقاسة بالـ (cm) و (mm) لذلك الأرقام التي بعد ذلك ستكون غير دقيقة وبالتالي الرقم المُقاس المؤكد يفترض أن يكون (12.3) والشك يبقى في الرقم الذي يليه وهو (5).

الملخص: النتيجة خاطئة لأن نور أكدت الرقم (5) وجعلت الرقم المشكوك فيه هو (0).

فيما يلي القواعد اللازمة لتحديد عدد الأرقام المعنوية في القياس:

❶ **الأعداد غير الصفرية كلها تُعد أرقامًا معنوية.**

ثلاثة أرقام معنوية ⇦ 3.45 , أربعة أرقام معنوية ⇦ 1.475

❷ **الأصفار الواقعة بين الأعداد غير الصفرية تُعد أرقامًا معنوية.**

خمسة أرقام معنوية ⇦ 5.0308 , أربعة أرقام معنوية ⇦ 2005

❸ **الأصفار التي تُكتب في نهاية الرقم بعد الفاصلة العشرية أرقام معنوية.**

أربعة أرقام معنوية ⇦ 2.500 , ثلاثة أرقام معنوية ⇦ 14.0

❹ **الأصفار التي تُكتب إلى يسار أول عدد غير صفري بعد الفاصلة العشرية ليست أرقامًا معنوية.**

رقمان معنويان ⇦ 0.0035 , رقم معنوي واحد ⇦ 0.02

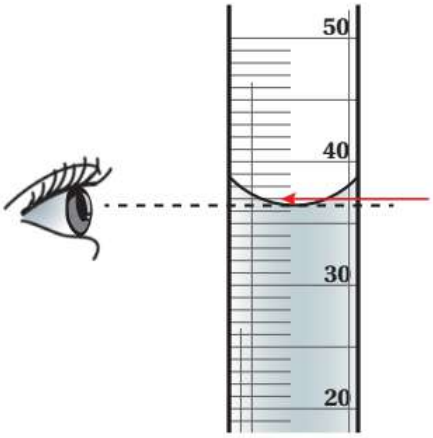
❺ **الأصفار في نهاية الرقم الصحيح دون وجود فاصلة عشرية ليست أرقامًا معنوية.**

ثلاثة أرقام معنوية ⇦ 30700 , **رقم معنوي واحد** ⇦ 3000

ملاحظات مهمة

- قد يختلف معنى الأصفار بين الرياضيات والفيزياء فالأرقام (2.0) و (2.00) متساوية رياضيًا لكن في الفيزياء القياس (2.0) يتكون من رقم مؤكد ورقم مشكوك فيه أما القياس (2.00) فهو أكثر دقة لأنه يتكون من رقمين مؤكدين ورقم مشكوك فيه.
- لتجنب الوقوع في الخطأ في حالة الأصفار في نهاية الرقم الصحيح نقوم بكتابة القياس بالصورة العلمية.

سؤال إضافي NERD **معتمدًا على الشكل الذي يمثل مخبار مدرّج بوحدة مليلتر (ml). حدد قراءة المِخبار.**



$$l \rightarrow ml$$

قراءة المِخبار ⇦ $37.0\ ml$

ملاحظات مهمة

- لتحديد التدريج المستخدم في أداة القياس يمكننا بالبداية تحديد الرقم المشكوك فيه والأرقام المؤكدة ومن نقوم بمعرفة رقم منزلة آخر رقم دقيق ومؤكد وهو الذي يحدد أصغر تدريج لأداة القياس.

سؤال قاس طالب طول قلم مستخدمًا مسطرة، وعبّر عن نتيجة القياس بأنه $(10.35\ cm)$. أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ- ما أصغر تدريج يظهر على المسطرة التي استخدمها الطالب؟

$10.35 \Rightarrow 0.1\ cm \Rightarrow 1\ mm$

أصغر تدريج للمسطرة $\Rightarrow 1\ mm$

ب- ما عدد الأرقام المعنوية في القياس الذي كتبه الطالب؟

عدد الأرقام المعنوية (4).

سؤال إضافي قاس طالب كتاب مدرسي مستخدمًا شريط متري، وعبّر عن نتيجة القياس بأنه $(22.1\ cm)$. حدد ما أصغر تدريج يظهر على المسطرة التي استخدمها الطالب؟

$22.1 \Rightarrow 1\ cm$

أصغر تدريج للمسطرة $\Rightarrow 1\ cm$

تمرين حدد عدد الأرقام المعنوية في كل من القياسات الآتية:

- $202\ mm \rightarrow (3)$
- $1.250\ cm \rightarrow (4)$
- $0.050\ ml \rightarrow (2)$
- $6.01 \times 10^{-3}\ m \rightarrow 0.00601 \rightarrow (3)$

قواعد إجراء العمليات الحسابية باستخدام الأرقام المعنوية

ماذا تعمل	القاعدة
حذف بدون تعديل	عندما يكون الرقم التالي لأقل رقم معنوي مطلوب هو (0,1,2,3,4)
	عندما يكون أقل رقم معنوي مطلوب عدد زوجي وبعده الرقم (5) فقط أو الرقم (5) ويتبعه صفر.
حذف مع إضافة (1)	عندما يكون الرقم التالي لأقل رقم معنوي مطلوب هو (6,7,8,9)
	إذا كان أقل رقم معنوي مطلوب بعد الرقم (5) فقط يتبعها رقم غير صفر.
	عندما يكون أقل رقم معنوي مطلوب عدد فردي وبعده الرقم (5) فقط أو الرقم (5) ويتبعه صفر.

✪ عند إجراء عملية الجمع والطرح أنتبه إلى أن الناتج من العملية الحسابية يجب أن يكون عدد المنازل العشرية فيه مساويًا لعدد المنازل العشرية التي يحتويها أقل قياس من المعطيات قبل عملية الجمع والطرح (الموجودة على يمين الفاصلة العشرية).

$$1.367 + 13.2 = \mathbf{14.567}$$

3 أرقامٍ — رقمٌ واحدٌ — الناتجُ يُقرَّبُ إلى منزلةٍ عشريةٍ واحدةٍ بعدَ الفاصلةِ

✪ إذا كان الرقم الذي يلي المنزلة العشرية المختارة أكبر من أو يساوي (5) نقوم بإضافة واحد إلى العدد الذي يسبقه.

✪ إذا كان الرقم الذي يلي المنزلة العشرية المختارة أصغر من (5) نقوم بترك العدد الذي يسبقه كما هو.

$$1.367 + 13.2 = \mathbf{14.567} = 14.6$$

الجوابُ (منزلةٌ عشريّةٌ واحدةٌ)

هذا الرقمُ أكبرُ منْ (5) ؛ لذلكَ يُضافُ واحدٌ إلى الرقمِ الذي يسبقُه.

أتحقَّقُ: أحسب الناتج وعبر عنه بعدد مناسب من الأرقام المعنوية.

- $34.8\ cm - 5.9\ cm \rightarrow 28.9$

سؤال إضافي أحسب الناتج وعبر عنه بعدد مناسب من الأرقام المعنوية.

- $35.6\ cm + 56.27\ cm \rightarrow 91.87 \rightarrow 91.9$
- $48.835\ cm - 9.1\ cm \rightarrow 39.735 \rightarrow 39.7\ cm$
- $22.5285\ cm + 22.14\ cm + 9.226\ cm \rightarrow 53.8945 \rightarrow 53.89\ cm$
- $45.758\ cm - 33.22\ cm \rightarrow 12.538 \rightarrow 12.54\ cm$
- $19.8\ cm - 8.75\ cm + 11\ cm \rightarrow 22.05 \rightarrow 22$

QUIZ TIME أحسب الناتج وعبر عنه بعدد مناسب من الأرقام المعنوية.

- $4.337\ mm + 84.7128\ mm \rightarrow$

✪ في حالة الضرب والقسمة نقوم بتحديد عدد الأرقام المعنوية الموجودة في المعطيات ثم نقوم بحساب ناتج عملية الضرب أو القسمة.

✪ يتم كتابة الناتج بحيث يكون عدد الأرقام المعنوية فيه مساويًا لعدد الأرقام في القياس الذي يشتمل على العدد الأقل من الأرقام المعنوية.

✪ إذا كان الرقم الذي يلي المنزلة العشرية المختارة أكبر من أو يساوي (5) نقوم بإضافة واحد إلى العدد الذي يسبقه.

✪ إذا كان الرقم الذي يلي المنزلة العشرية المختارة أصغر من (5) نقوم بترك العدد الذي يسبقه كما هو.

$4.6 \times 13.2 = \mathbf{60}.72 = 61$

هذا الرقمُ أكبرُ منْ (5) لذا؛ يُضافُ واحدٌ إلى الرقمِ الذي يسبقهُ.

$4.6 \times 13.2 = \mathbf{60}.72$ ← الناتجُ يُقرَّبُ إلى رقمينِ معنويينِ.

رقمانِ معنويانِ — 3 أرقامٍ معنويّةٍ

ملاحظات مهمة

- تأكد من أن الناتج بعد الحساب وقبل تحويله للصورة الصحيحة للأرقام المعنوية يجب أن يكون من نفس فئة الناتج قبل التحويل والترتيب.
(أحاد، عشرات، مئات، آلاف، عشرات الآف، ...)

سؤال إضافي NERD أحسب الناتج وعبر عنه بعدد مناسب من الأرقام المعنوية.

- $6 \times 0.30 \rightarrow 1.8 \rightarrow 2$
- $11.6 \times 6.24 \rightarrow 72.384 \rightarrow 72.4$
- $500.55 \div 5.11 \rightarrow 97.95499 \rightarrow 98 \rightarrow 98.0$
- $51.6 \times 31.4 \rightarrow 1620.24 \rightarrow 162 \rightarrow 1620$
- $12.4 \times 12.8 \times 16 \rightarrow 2539.52 \rightarrow 25 \rightarrow 2500$

QUIZ TIME أحسب الناتج وعبر عنه بعدد مناسب من الأرقام المعنوية.

- $0.03 \times 7 \times 210 \rightarrow$
- $9.66 \div 0.33 \rightarrow$

أتحقّق: ما عدد الأرقام المعنوية التي يجب أن تحتويها الإجابة عند ضرب القياسين

- $8.8\ cm \times 23.6\ cm \rightarrow 2\ number..$

$show\ that: 8.8 \times 23.6 \rightarrow 207.68\ cm \rightarrow 21\ cm \rightarrow 210\ cm$

ملاحظات مهمة

- إذا تضمن السؤال عمليات جمع وطرح لأعداد غير جاهزة (مكتوبة على شكل أسس وهكذا):
نقوم بتوحيد الأسس ⇦ إجراء عملية الجمع أو الطرح وإيجاد الناتج ⇦ عدّ المنازل العشرية الموجودة بعد فاصلة الأعداد قبل إجراء عملية الجمع والطرح وهي موحدة الأسس
⇦ التعبير عن الناتج بالشكل المناسب من الأرقام المعنوية
⇦ كتابة الناتج بالصيغة العلمية في حال طلب ذلك.

سؤال جد ناتج الطرح، وعبر عن النتيجة بالعدد المناسب من الأرقام المعنوية وبالصيغة العلمية:

$$2.38 \times 10^3\ cm - 19\ cm \rightarrow 2.38 \times 10^3\ cm - 0.019 \times 10^3\ cm$$
$$\rightarrow 2.361 \times 10^3\ cm \rightarrow 2.36 \times 10^3\ cm$$

سؤال إضافي NERD أحسب الناتج وعبر عنه بالعدد المناسب من الأرقام المعنوية وبالصيغة العلمية.

- $12.36 \times 10^3\ cm + 640\ cm \rightarrow 12.36 \times 10^3\ cm + 0.640 \times 10^3\ cm$
$$\rightarrow 13 \times 10^3\ cm \rightarrow 13.00 \times 10^3\ cm \rightarrow 1.300 \times 10^4\ cm$$
- $5.4 \times 10^3\ mm + 2.1 \times 10^4\ mm \rightarrow 0.54 \times 10^4 + 2.1 \times 10^4$
$$\rightarrow 2.64 \times 10^4 \rightarrow 2.6 \times 10^4\ mm$$

سؤال قاست طالبة أبعاد قطعة كرتون فكان طولها ($24.1\ cm$) وعرضها ($9.7\ cm$). أحسب مساحة القطعة مستخدمًا العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

$$A = l \times w = 24.1 \times 9.7 = 233.77\ cm^2 \rightarrow A = 2.3377 \times 10^2\ cm^2$$

سؤال إضافي NERD قاست حمزة أبعاد قطعة كرتون مثلثة الشكل فكان طول قاعدتها ($12.5\ mm$) وارتفاعها الرأسي ($1.22\ mm$). أحسب مساحة القطعة مستخدمًا العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

$$A = 0.5 \times b \times h = 0.5 \times 12.5 \times 1.22 = 7.625\ mm^2$$
$$A = 7.625\ mm^2 = 8\ mm^2$$

حل أسئلة مراجعة الدرس الثاني: القياس والأرقام المعنوية

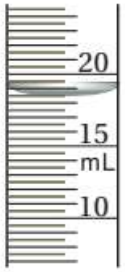
سؤال 1 ما المقصود بكل من: القياس، الأرقام المعنوية؟ وما أهمية الأرقام المعنوية؟

القياس: وسيلة للتعبير بالأرقام عن كمية فيزيائية عن طريق مقارنتها بكمية معلومة من النوع نفسه تُسمى وحدة القياس.

الأرقام المعنوية: الأرقام المؤكدة التي نتنج عن عملية القياس إضافة إلى الرقم التقديري.

تمكننا الأرقام المعنوية من فهم صحة ودقة الأرقام والقياسات التي نتعامل معها بشكل أفضل.

سؤال 2 تأمل أدوت القياس المبينة في الشكل، وحدد الكمية الفيزيائية المقاسة، وعبر عن القياس بعدد مناسب من الأرقام المعنوية؟



حجم السائل ⇦ $19.0\ ml$

الضغط ⇦ $70.0\ kPa$

سؤال 3 يبين الشكل أداة قياس تسمى الورنية، معتمدًا على الشكل، أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ- ما الكمية التي استخدمت الأداة في قياسها؟ وما وحدة القياس؟

قطر الماسورة ووحدة القياس هي (mm).

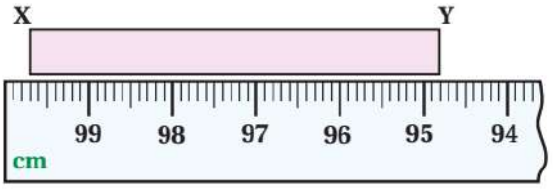
ب- ما عدد الأرقام المعنوية في القياس الظاهر على الشاشة؟ أيها مؤكد، وأيها مشكوك فيه؟

أربعة أرقام معنوية (18.5) أرقام مؤكدة و (9) مشكوك فيه.

جـ- اقترح كمية فيزيائية يمكن قياسها باستخدام الجزء المشار إليه بالرمز (x) من الأداة.

المسافة بين شقين، طول كعب كتاب، طول قلم الرصاص.

سؤال 4 قاست طالبة طول جسم (XY) باستخدام قطعة من مسطرة مكسورة، على نحو ما يبين الشكل، فهل يمكن معرفة طول المسطرة بالاعتماد على الشكل؟ فسر إجابتك..



يمكن ذلك من خلال قياس فرق الطول في التدريج بين النقطة (X) والنقطة (Y).

$$A = 99.7 - 94.8 = 4.9\ cm$$

الوحدة الأولى: القياس

الدرس الثالث: أخطاء القياس

سؤال وضح ما المقصود بـ (الخطأ التجريبي)؟ (خطأ القياس).

الفرق بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية (الصحيحة) للكمية الفيزيائية..

- كلما قلّ الفرق بين القيمتين، كان القياس أكثر ضبطًا.
- مثل قياس طول قلم بوحدة (cm)، أو قياس درجة حرارة الغرفة بوحدة درجة سلسيوس (°C).

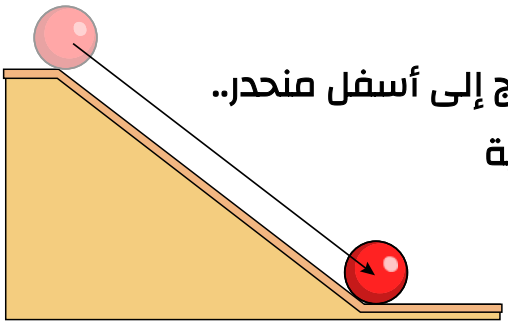
■ **يمكن تقسيم الأخطاء التجريبية إلى:**

1. **الأخطاء العشوائية: هي الأخطاء التي لا تأخذ نمطًا محددًا عند تكرار عملية القياس تحت الظروف نفسها.**
   - **تكون بعض القيم (القياسات) أكبر من القيمة الحقيقية وبعضها الآخر أقل.**
   - **لا يتكرر مقدار الخطأ نفسه بتكرار التجربة (المحاولة) أي أن قيمة الخطأ في القياس غير مرتبطة بشكلٍ واضِح بقيمة أي قياسات أخرى(عشوائية).**
2. **الأخطاء المنتظمة: هي الأخطاء التي تؤثر في القياسات جميعها بالمقدار نفسه وباتجاه واحد على أن تكون هذه القياسات أكبر من القيمة الحقيقية أو أصغر منها.**
   - **الأخطاء المنتظمة أكثر قابلية للتنبؤ من الأخطاء العشوائية.**

الأخطاء العشوائية	الأخطاء المنتظمة
قيمة الخطأ الناتِجة عن الخطأ العشوائي تختلف عادةً في كلّ قياس.	قيمة الخطأ الناتِجة عن الخطأ المنتظِم تكون نفسها في كلّ قياس (في أبسط الحالات).
قيمة الخطأ في القياس غير مرتبطة بشكلٍ واضِح بقيمة أيّ قياسات أخرى؛ ومن ثَم فالقيمة عشوائية.	يُمكن للأخطاء المنتظِمة الأكثر تعقيدًا أن تؤدّي إلى تغيُّر قيمة الخطأ في قياسين متتاليَين، لكن التغيُّر في قيمة الخطأ يكون متوقَّعًا وليس عشوائيًّا.
من غير المعتاد أن يؤدّي خطأ عشوائي إلى قيمة الخطأ نفسها في قياسين متتاليين.	قد تزيد قيمة الخطأ بالمقدار نفسه في كلّ قياس تالٍ.

■ الكشف عن الأخطاء العشوائية:

من طُرق الكشف عن الأخطاء العشوائية أخْذ قياسات متكررة لشيء ينبغي ألا يتغير. وإذا اختلفت القِيَم المسجلة في القياسات اختلافًا غير متوقع، فلا بد من استنتاج أن هناك خطأ عشوائيا يؤثِر على القياسات التي أُجرِيت.



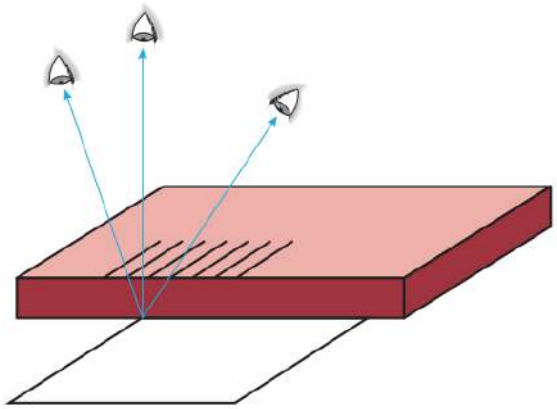
افترض أننا نقيس الزمن الذي تَستغرِقه كرة للتدحرج إلى أسفل منحدر.. إذا كانت الكرة والمنحدر والهواء المحيط بالكرة والجاذبية التي تجعل الكرة تتحرك إلى أسفل المنحدر كلها لا تتغير بأي طريقة، فإن الزمن الذي تَستغرِقه الكرة للتدحرج من أعلى المنحدر إلى أسفله يجب ألا يتغير أيضًا. لكنْ لنفترض أننا قِسْنا الزمن مرة تلو أخرى، وتغيرت القيمة المَقِيسة تغيرًا غير متوقع. يُشير هذا إلى وجود خطأ عشوائي في القياسات. وقد يكون الخطأ العشوائي ناتجًا عن عدة أسباب، كما يأتي:

- سطح المنحدر ليس أملس تمامًا؛ حيث يُبطئ بعض المسارات أسفل المنحدر الكرة أكثر من غيرها.
- سطح الكرة ليس أملس تمامًا؛ حيث يبطئ بعض الأوضاع التي تبدأ بها الكرة حركتها أكثر من غيرها.
- لا تبدأ الكرة من الارتفاع نفسه في كل قياس.
- الهواء حول الكرة يتحرك على نحوٍ مختلف في القياسات المختلفة.
- الأداة التي تقيس الزمن لا تتصرف بالطريقة نفسها في كل قياس.

سؤال ما مصادر الأخطاء العشوائية؟

- التذبذبات (التقلبات) في قراءات أدوات القياس مثل التذبذبات في قراءات الأميتر الرقمي عند استخدامه في قياس التيار الكهربائي في دارة كهربائية.
- التباين في درجة حرارة المختبر في أثناء إجراء التجربة.
- عدم انطباق المؤشر على أحد تدريجات القياس.
- خطأ زاوية النظر عند أخذ القراءات المختلفة من جهتين متناظرتين.

✪ في أدوات القياس المدرجة أحيانا لا ينطبق المؤشر على أحد تدريجات القياس كما يظهر في الشكل لذلك نضطر إلى تقدير قراءة المقياس.

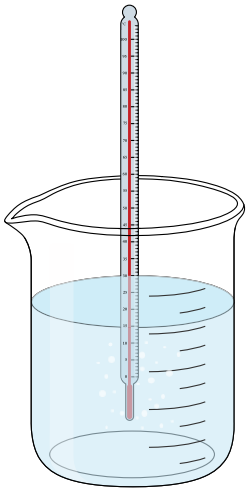


✪ في خطأ زاوية النظر يعتمد القياس الذي نحصل عليه على الزاوية التي ننظر منها إلى التقاء قاعدة المسطرة مع حافة الورقة المراد قياس عرضها.

أُفكِّرُ: **يُستخدم جهاز الفولتميتر في قياس فرق الجهد الكهربائي فأحيانا تثبت الشركة الصانعة للجهاز مرآه صغيرة خلف إبرة القياس التي نستخدمها في قراءة فرق الجهد. فما الهدف من استخدام المرآة؟**

حتى يتم حل مشكلة اختلاف زاوية النظر عند أخذ تدريج القياس ليتم أخذ أفضل قراءة لفرق الجهد بشكل صحيح.

■ الكشف عن الأخطاء المنتظمة:



إحدى الطرق التي يمكن بها الكشف عن الأخطاء المنتظِمة هي إجراء قياسات متكررة لكمية يسهل معرفة قيمتها المتوقعة. من المعلوم جيدًا أن الماء المُقطر يبدأ في الغليان عند سطح الأرض عند درجة حرارة (100 ^{o}C).

لنفترض أن ترمومترًا استخدم في قياس درجة الحرارة التي يبدأ عندها الماء في الغليان استخدامًا متكررا، وفي كل مرة يُعطينا الترمومتر القراءة نفسها التي لا تساوي (100 ^{o}C) فمن المنطقي أن نشك أن الترمومتر ينتج خطأً منتظمًا بطريقة ما.

سؤال **ما مصادر الأخطاء المنتظمة؟**

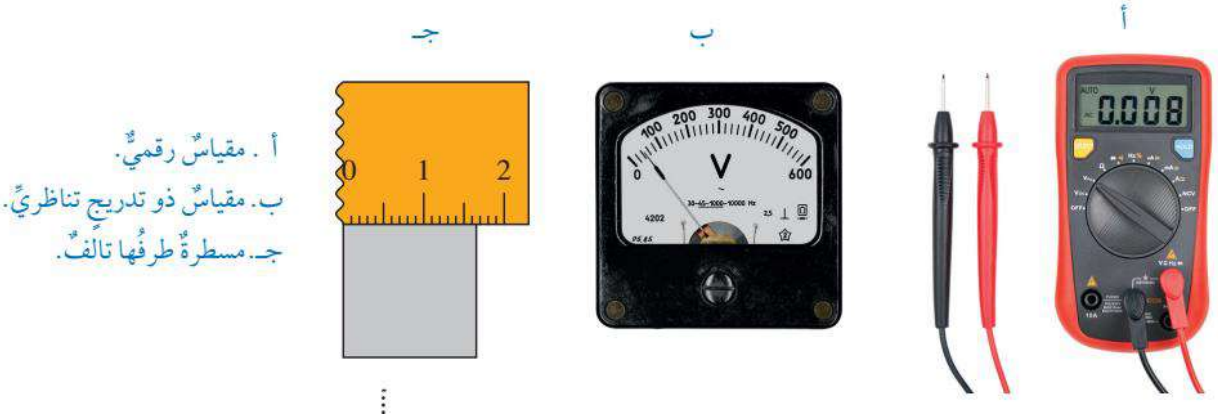
- الخطأ الصفري الذي ينجم عن عدم معايرة أدوات القياس على الصفر قبل استخدامها.

يكون بسبب عدم معايرة أدوات القياس الرقمية أو ذات التدريج التناظري على الصفر أو استخدام مسطرة تالفة.

- عدم ضبط المتغيرات جميعها المؤثرة في نتائج التجربة.

مثل قياس المجال المغناطيسي الناشئ عن مغناطيس دون الأخذ في الحسبان بتأثير المجال المغناطيسي الناشئ عن الأرض.

- خطأ زاوية النظر عند أخذ القراءات جميعها من نفس الموقع.



ملاحظات مهمة

- تكرار القياسات المنتظمة لا يقلل من تأثير الأخطاء المنتظمة كما هو الحال للأخطاء العشوائية، لكن يمكن التقليل من الأخطاء المنتظمة من خلال الضبط الدقيق للإجراءات المُتبعة.
- تغيّر الأخطاء المنتظِمة القِيَم المقيسة تغيرًا ثابتًا.

أُفكِّرُ: **بتكرار القياسات وأخذ الوسط الحسابي يقل تأثير الأخطاء العشوائية، لكن لا يقل تأثير الأخطاء المنتظمة في نتائج القياسات. فبم تُفسر ذلك؟**

لأن مصدر الخطأ المؤثر في القياس يبقى موجودًا حتى لو تم إعادة أخذ القراءات.

سؤال حدد نوع الخطأ في كل مما يأتي مُبينا السبب.

1- في تجربة لقياس تسارع الجاذبية الأرضية لم يُؤخذ في الحسبان مقاومة الهواء.

منتظم لأنه مقاومة الهواء تُعيق دائما حركة الأجسام فهي تؤثر باتجاه واحد في نتائج التجربة.

2- عمل خالد مخلوطاً حراريًا في إناء غير معزول.

منتظم لأنه الإناء غير المعزول يسمح بتبادل الحرارة مع المحيط الخارجي فتتأثر درجة حرارة المخلوط النهائية بالمحيط الخارجي زيادة أو نقصانًا..

3- استخدمت منى مسطرتها الخشبية الجديدة في قياس طول قلم الرصاص.

عشوائي لأن القياس الذي نحصل عليه يمكن أن يكون أكبر أو أصغر من الطول الحقيقي للقلم ويمكن أيضا الوقوع في خطأ عشوائي في حالة عدم ضبط أحد طرفي القلم على صفر المسطرة.

4- كان أحمد يأخذ قراءة ميزان الحرارة الزئبقي المثبت عموديًا في إناء التسخين كل خمس دقائق وهو جالس في مكانه.

خطأ عشوائي لأن مستوى نظر أحمد بقي منطبقًا مع مستوى الزئبق في ميزان الحرارة. وقد يقع في خطأ منتظم إذا كان مستوى نظره يصنع زاوية مع مستوى الزئبق في ميزان الحرارة مع ثبات زاوية النظر.

سؤال إضافي NERD **تجرى تجربة لقياس تسارع الجاذبية على الأرض. يوضح الجدول نتائج التجربة. إذا علمت بأن القيمة الحقيقية لتسارع الجاذبية ($9.8\ m/s^2$). حدد نوع الخطأ المناسب.**

$g(m/s^2)$	$g(m/s^2)$	$g(m/s^2)$	$g(m/s^2)$
9.3	9.3	9.3	9.3

خطأ منتظم القياسات خاطئة وتبقى دائما بنفس الناتج.

تمرين طلبت المعلمة من كل من سارة وسلمى استخدام مسطرتها في قياس طول كتاب الفيزياء أربع مرات متتالية، فحصلت كل منهما على القياسات الآتية:

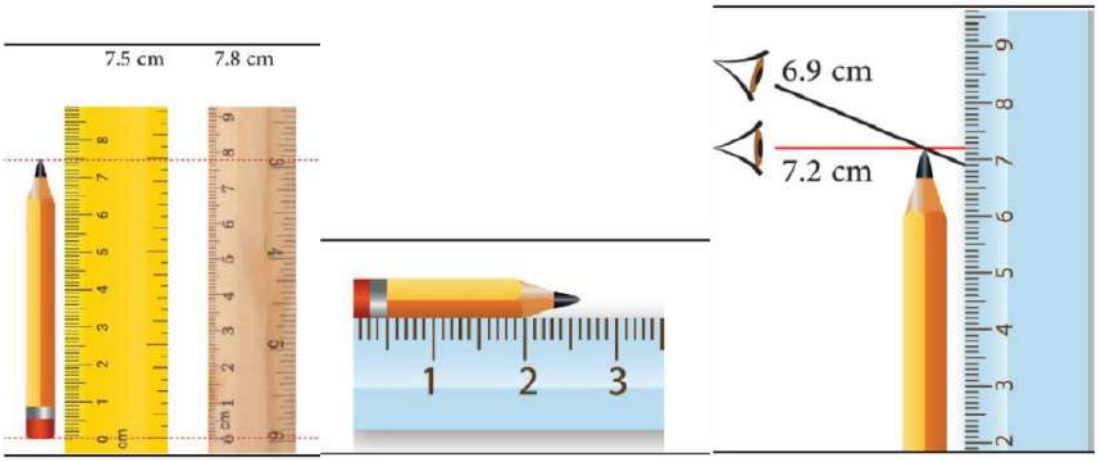
سارة: 27.5 , 27.4 , 27.5 , 27.2 سلمى: 28.1 , 27.8 , 27.9 , 28.3

أذكر نوع الخطأ التجريبي الذي وقعت فيه كل من سارة وسلمى وبين السبب، علمًا بأن طول كتاب الفيزياء يساوي ($28.0\ cm$).

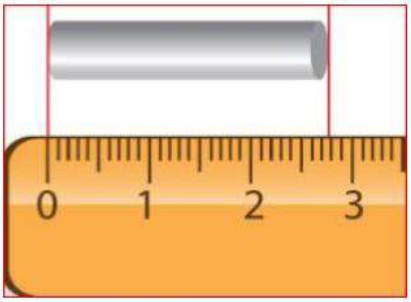
وقعت سلمى في خطأ عشوائي لأن بعض قياساتها أكبر من القيمة الحقيقية وبعضها أصغر.

وقعت سارة في خطأ عشوائي لأن قياساتها تختلف عن القيمة الحقيقية.

سؤال إضافي NERD ما نوع خطأ القياس في كل شكل مما يلي موضحًا مصدر الخطأ.

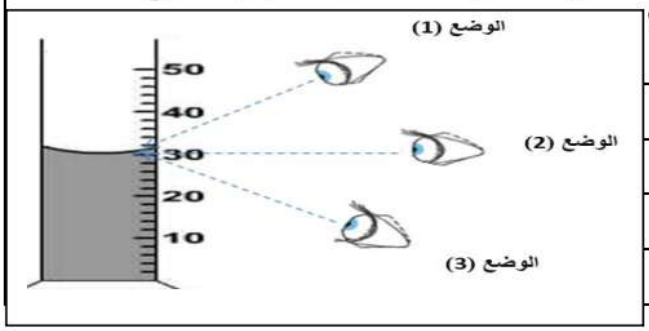


سؤال إضافي NERD عبّر عن قياس طول الأنبوب باستخدام المسطرة موضحًا الأخطاء الممكنة.



سؤال إضافي NERD اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1	الشكل التالي يوضح الأوضاع الشائعة التي يستخدمها الطلاب عند النظر للمخبار المدرج أثناء إجراء القياسات ، ما الوضع الصحيح للعين ؟	
	a	الوضع (1)
	b	الوضع (2)
	c	الوضع (3)
	d	الأوضاع الثلاثة صحيحة



2	أي مما يلي يعتبر أحد الأخطاء العشوائية عند إجراء التجارب المعملية؟	
	a	خطأ في جهاز القياس.
	b	عدم الدقة عند قراءة الملاحظات وتدوينها.
	c	خطأ ناتج عن الخطأ الصفري أثناء التجربة.
	d	خطأ ناتج عن التغير المفاجئ لدرجة الحرارة أثناء التجربة.

3	كيف يمكن تقليل نسبة الأخطاء العشوائية عند إجراء التجارب؟	
	a	أخذ القراءة بشكل عمودي.
	b	تكرار التجربة عدة مرات وأخذ المتوسط.
	c	التأكد من معايرة صفر الجهاز قبل بدء التجربة.
	d	عدم إهمال التغير الناتج عن سرعة الرياح أو درجة الحرارة.

4	استخدم محمد وخالد ميزان لقياس كتلتيهما فحصل كل منهما على قياس يزيد بمقدار 0.4kg عن الكتلة الحقيقة . ما تصنيف هذا الخطأ ؟ وما سببه ؟	
	a	الخطأ عشوائي وسببه اختلاف زاوية النظر .
	b	الخطأ عشوائي وسببه التدريج غير الصحيح .
	c	الخطأ منتظم وسببه تغير مفاجئ في بيئة التجربة .
	d	الخطأ منتظم وسببه عدم ضبط صفر الميزان .

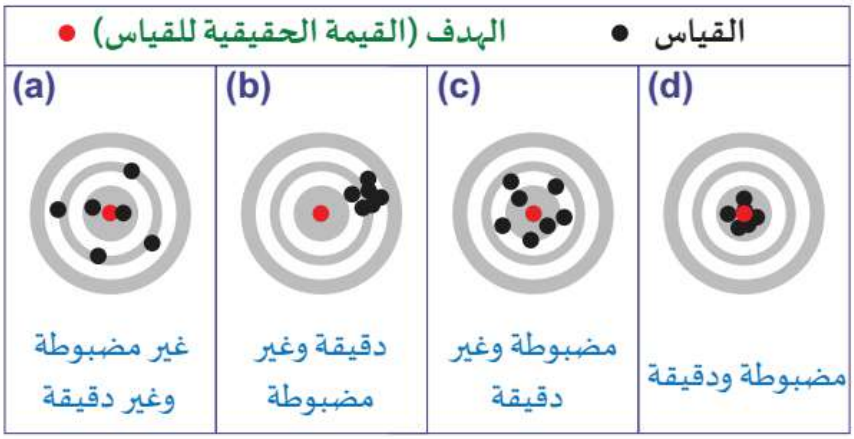
■ الدقة والضبط:

سؤال وضح ما المقصود بكل مما يلي:

الضبط: مدى تطابق أو قرب القيم المُقاسة من القيمة الحقيقية..

الدقة: مدى تقارب نتائج القياس بغض النظر عن قربها أو بُعدها عن القيمة الحقيقية.

✪ يوضح الجدول دقة القياس وضبط أداة القياس بعرض مثال للتصويب في الرماية حيث يوجد الهدف (البقعة الحمراء) والذي يمثل القيمة الحقيقية للكمية المقاسة في مركز اللوحة بينما تنتشر الرميات (البقع السوداء) التي تمثل القياسات المختلفة في باقي اللوحات وبتوزيعات مختلفة..



✪ المحاولة (a) تتصف بعدم الدقة وعدم الضبط والسبب أن الرميات غير دقيقة لعدم تقاربها بالإضافة إلى أن أداة القياس غير مضبوطة حيث جاءت معظم الرميات بعيدة عن الهدف.

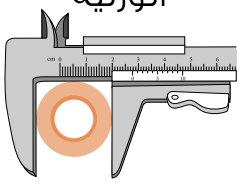
✪ المحاولة (b) تتصف بالدقة وعدم الضبط وذلك لأن الرميات دقيقة لتقاربها لكن أداة القياس غير مضبوطة لأن الرميات جاءت بعيدة عن الهدف.

✪ المحاولة (c) تتصف بالضبط وعدم الدقة وذلك لأن توزع الرميات حول الهدف يؤسر على أنها مضبوطة لكن بُعدها عن الهدف يدل على أنها غير دقيقة.

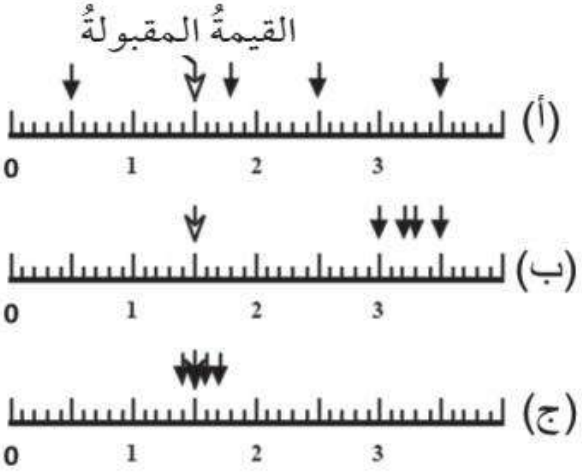
✪ المحاولة (d) تتصف بالدقة والضبط وذلك لأن الرميات دقيقة لتقاربها بالإضافة إلى أن أداة القياس مضبوطة حيث جاءت الرميات جميعها قريبة من الهدف.

ملاحظات مهمة

- القيم الحقيقية للكميات الفيزيائية لا يمكن معرفتها بشكل مثالي بسبب أخطاء القياس.
- من القيم المقبولة والمتعارف عليها بوصفها قيمة حقيقية تحت ظروف معينة متوسط تسارع الجاذبية الأرضية بالقرب من سطح الأرض ($g = 9.81\ m/s^2$).
- كلما قل الفرق بين أكبر قياس وأصغر قياس كان القياس أكثر ضبطًا.
- كلما كانت القياسات أكثر قربًا من القيمة المقبولة كانت أكثر ضبطًا..
- كلما كانت القياسات أكثر قربًا من بعضها البعض كانت أكثر دقةً..
- يعتمد ضبط القياسات بشكل رئيسي على دقة أدوات القياس المستخدمة.
- فكلما زاد عدد المنازل العشرية التي تقرؤها الاداة زاد ضبط القياس وقل ما يسمى بعدم اليقين (الشك).

أداة القياس	أقرب تدريج مُقاس	ضبط القياس
الميكروميتر	0.01 mm	أكثر ضبطًا
الورنية 	0.1 mm	
المسطرة	1 mm	أقل ضبطًا

سؤال **يبين الشكل قياسات لقُطر حلقة فلزية قام بها ثلاثة طلاب (أ، ب، جـ) حيث كرر كل منهم القياس أربع مرات متتالية وهي ممثلة بالأسهم. صف قياسات الطلاب الثلاثة من حيث الدقة والضبط، علمًا بأن القيمة المقبولة لقُطر الحلقة يساوي ($1.5\ cm$).**



قياسات الطالب (أ) بعيدة عن القيمة المقبولة باستثناء قياس واحد منها لذلك هي غير دقيقة أيضا هي متباعدة عن بعضها البعض لذا هي غير مضبوطة.

قياسات الطالب (ب) بعيدة عن القيمة المطلوبة لذلك هي غير دقيقة لكنها متقاربة من بعضها لذلك فهي مضبوطة.

قياسات الطالب (جـ) قريبة من القيمة المطلوبة لذلك هي دقيقة أيضا هي متقاربة من بعضها البعض لذلك فهي مضبوطة وبالتالي فقياساته دقيقة ومضبوطة.

سؤال إضافي **أجرى طالب في الصف التاسع تجربة في المختبر لقياس درجة انصهار الشمع وحصل على القياسات التالية:**

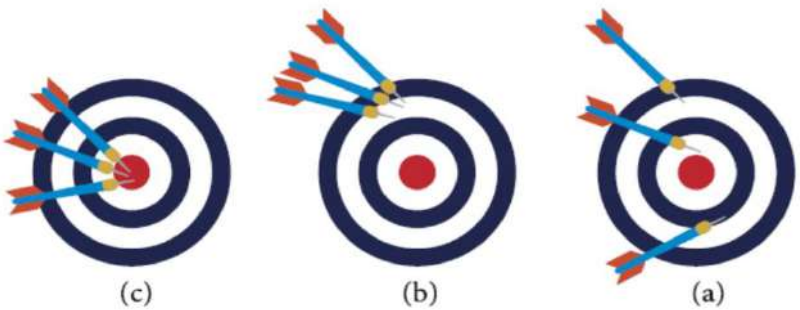
$$35.2^oC \quad , \quad 35.3^oC \quad , \quad 35.4^oC \quad , \quad 35.3^oC$$

إذا كانت درجة انصهار الشمع المقبولة (56^oC)، فما الوصف الصحيح لهذه القياسات؟

دقيقة وغير مضبوطة.

سؤال إضافي **يوضح الشكل لوحة التصويب لمجموعة من المتسابقين المشاركين في مسابقة رماية. أي لوحة تصويب تصنف على أنها دقيقة ومضبوطة؟**

اللوحة (C).



سؤال إضافي **في تجربة لقياس كثافة مادة الرصاص، كانت النتائج لثلاثة طلاب مختلفين كما يظهر في الجدول أدناه:**

	قياسات كثافة الرصاص (g/cm^3)	
	المحاولة الأولى	المحاولة الثانية
معاذ	11.48	11.46
حمزة	11.45	11.44
عز الدين	11.39	11.35

إذا علمت بأن كثافة الرصاص المعتمدة ($11.34\ g/cm^3$) فأجب عما يلي:

أ) من الطالب الذي كان قياسه أكثر ضبطًا؟

عز الدين لأن القراءات قريبة من القيمة المقبولة.

ب) من الطالب الذي كان قياسه أكثر دقةً؟

حمزة لأن القراءات متقاربة جدا.

■ الخطأ المطلق والخطأ النسبي:

سؤال وضح ما المقصود بكل مما يلي:

الخطأ المطلق: الفرق المطلق بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية (المقبولة).

الخطأ النسبي: النسبة بين الخطأ المطلق والقيمة الحقيقية (المقبولة).

الخطأ المطلق = | القيمة المقاسة - القيمة المقبولة |

$$Absolute\ Error = |measured\ value - actual\ value|$$
$$AE = |MV - AV|$$

الخطأ النسبي = الخطأ المطلق / القيمة المقبولة

$$Relative\ Error = \frac{AE}{AV} = \frac{|MV-AV|}{AV}$$

الخطأ النسبي المئوي = الخطأ النسبي × 100% = (الخطأ المطلق / القيمة المقبولة) × 100%

$$Percentage\ Error = \frac{AE}{AV} \times 100\%$$
$$Percentage\ Error = Relative\ Error \times 100\%$$

✪ إذا كانت القيمة المقبولة غير معروفة فلا بد من تكرار القياسات ومن ثم حساب المتوسط الحسابي لهذه القياسات.

المتوسط الحسابي = مجموع القياسات / عدد القياسات

$$Mean = \frac{Sum\ of\ values}{Number\ of\ values}$$

✪ إذا كانت القياسات مضبوطة والأدوات المستخدمة دقيقة والإجراءات المتبعة منضبطة فإن المتوسط الحسابي سيكون قريب جدا من القيمة المقبولة فنعتبره مساويًا له.

المتوسط الحسابي = القيمة المقبولة

✪ الخطأ المطلق في القياس دائما يكون موجب لأنه يحسب من القيمة المطلقة للفرق بين القيمتين.

✪ لا يعتبر الخطأ المطلق دليل على دقة القياس بينما الخطأ النسبي المئوي يعبر عن دقة القياس.

سؤال أراد علي أن يتأكد من أن حجم كمية ماء الشرب الموجود في إحدى العبوات البلاستيكية تساوي ($200\ ml$)، على نحو ما هو مكتوب عليها. فاستخدم المخبار المدرج وأفرغ محتويات العبوة في المخبار مباشرة دون الأخذ في الحسبان ضيق فوهته ما أدى إن انسكاب كمية بسيطة من الماء خارج المخبار فكان حجم الماء الذي قاسه على ($190\ ml$). أجيب عما يأتي:

1) احسب كلاً من: الخطأ المطلق، الخطأ النسبي، الخطأ النسبي المئوي في قياس علي.

$$MV = 190\ ml \ , \ AV = 200\ ml$$

$$AE = |MV - AV| = |190 - 200| = |-10| = 10\ ml$$

$$Relative\ Error = \frac{AE}{AV} = \frac{10}{200} = 0.05$$

$$Percentage\ Error = Relative\ Error \times 100\% = 0.05 \times 100\%$$

$$Percentage\ Error = 5\%$$

2) بين نوع الخطأ الذي وقع فيه علي عندما سكب الماء في المخبار.

نوع الخطأ الذي وقع فيه علي كان منتظمًا لأنه لو أعاد قياس حجم الماء مره بعد مرة لحصل دائما على قياس أقل من القيمة المقبولة لأن هنالك كمية من مفقودة في أثناء التفريغ.

سؤال إضافي قام طالب بإجراء تجربة لحساب تسارع السقوط الحر فحصل على النتيجة ($9.7\ m/s^2$). إذا علمت أن القيمة المقبولة لتسارع السقوط الحر هي ($9.8\ m/s^2$). فاحسب الخطأ المطلق؟

$$AE = |MV - AV| = |9.7 - 9.8| = |-0.1| = 0.1\ m/s^2$$

تمرين في تجربة قامت بها بيان لقياس المقاومة الكهربائية لسلك فلزي، توصلت عمليًا إلى أن مقاومة السلك تساوي (0.6) أوم بخطأ نسبي مئوي مقداره (4%). أحسب كلاً من الخطأ المطلق في قياس المقاومة والقيمة المقبولة لمقاومة السلك.

$$Percentage\ Error = Relative\ Error \times 100\%$$

$$\Rightarrow 4\% = Relative\ Error \times 100\% \Rightarrow Relative\ Error = 0.04$$

$$Relative\ Error = \frac{AE}{AV} \Rightarrow 0.04 = \frac{AE}{AV} \Rightarrow AE = 0.04\ AV$$

$$AE = |MV - AV| \Rightarrow 0.04AV = |0.6 - AV|$$

$$\text{✪}\ 0.6 - AV = 0.04AV \Rightarrow 0.6 = 0.04AV + AV = 1.04AV$$

$$1.04AV = 0.6 \Rightarrow AV = 0.57$$

$$\text{✪}\ 0.6 - AV = -0.04AV \Rightarrow 0.6 = -0.04AV + AV = 0.96AV$$

$$0.96AV = 0.6 \Rightarrow AV = 0.625$$

$$AE = |MV - AV| = |0.6 - 0.576| = |0.024| = 0.024$$

$$AE = |MV - AV| = |0.6 - 0.625| = |-0.025| = 0.025$$

سؤال إضافي NERD قام أحمد بقياس كتلة مكعب من الخشب فكانت قراءته (42 g) إذا كانت القراءة المقبولة لكتلة المكعب هي (40 g) فما قيمة الخطأ النسبي المئوي للقراءة؟

$$AE = |MV - AV| = |42 - 40| = |2| = 2\ g$$

$$Relative\ Error = \frac{AE}{AV} = \frac{2}{40} = 0.05$$

$$Percentage\ Error = Relative\ Error \times 100\% = 0.05 \times 100\%$$

$$Percentage\ Error = 0.05 \times 100\% = 5\%$$

سؤال إضافي NERD قامت سمية بعمل تجربة لقياس ارتفاع سبورة وكانت قراءاتها كالآتي: (79.2 cm, 78.3 cm, 80.1 cm)، إذا علمت بأن القيمة المقبولة لارتفاع السبورة (80 cm) فاحسب كلاً مما يلي:

1) المتوسط الحسابي للقراءات.

$$Mean = \frac{Sum\ of\ values}{Number\ of\ values} = \frac{79.2+78.3+80.1}{3} = 79.2\ cm$$

2) الخطأ المُطلق.

$$AE = |MV - AV| = |79.2 - 80| = |-0.8| = 0.8\ cm$$

3) الخطأ النسبي.

$$Relative\ Error = \frac{AE}{AV} = \frac{0.8}{80} = 0.01$$

ملاحظات مهمة

- عند وجود أكثر من قياس فإن القياس الناتج من المتوسط الحسابي هو القيمة المقاسة.

حل أسئلة مراجعة الدرس الثالث: أخطاء القياس

سؤال 1 وضح المقصود بخطأ القياس ووضح علاقته بدقة القياس.

خطأ القياس: الفرق بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية (الصحيحة) للكمية الفيزيائية.

تشير الدقة إلى اقتراب القياسات من قيمة محددة لكن ليس شرطًا أن تكون هذه القيمة تعبر عن القياس الصحيح فقد تكون خاطئة.

سؤال 2 قارن بين كل من:

أ. الخطأ العشوائي والخطأ المنتظم.

المقارنة	الخطأ العشوائي	الخطأ المنتظم
التغير في القياس	القياسات تتغير بشكل عشوائي	القياسات تغيرها منتظم وواضح
تكرار القياسات	لا يتكرر مقدار الخطأ نفسه	يتكرر ويظهر مقدار الخطأ نفسه عند كل محاولة
الترابط بين القياسات	قيمة الخطأ في القياس غير مرتبطة بشكلٍ واضحٍ بقيمة أي قياساتٍ أخرى	قيمة الخطأ في القياس مرتبطة بشكلٍ واضحٍ بباقي القياسات
توقع الخطأ	غير متوقع	أكثر قابلية للتنبؤ

ب. دقة القياس وضبط القياس.

المقارنة	دقة القياس	ضبط القياس
الوصف العام	مدى التشابه أو التقارب بين القياسات	مدى تقارب القياس من القيمة الحقيقية.
الخطأ العشوائي	يقلل دقة القياس	يقلل ضبط القياس
الخطأ المنتظم	تبقى كما هي	يقلل ضبط القياس
قيم القياسات	كلما كانت الفروق بين قيَم مجموعة القياسات أصغر، كانت القياسات أدقَّ	كلما كانت قيمة الخطأ في القياسات أقلَّ، زاد ضبط القياس.

جـ. الخطأ المطلق والخطأ النسبي.

المقارنة	الخطأ المطلق	الخطأ النسبي
التعريف العام	الفرق بين القيمة الحقيقية والقيمة المقاسة	الخطأ المطلق مقسم على مقدار القيمة الدقيقة
وحدة القياس	نفس وحدات الكمية المقاسة	لا يوجد له وحدة قياس

د. القيمة الحقيقية والقيمة المقبولة.

المقارنة	القيمة المقاسة	القيمة الحقيقية (المقبولة)
التعريف العام	القيمة التي يتم قياسها أثناء التجربة	القيمة المعروفة والصحيحة

سؤال 3 استخدمت سُعاد الميزان الإلكتروني لقياس كتلة اسطوانة فلزية بتكرار القياس أربع مرات، فحصلت على القياسات الآتية: (194 g, 197 g, 196 g, 193 g).

أ- احسب المتوسط الحسابي لقياسات سُعاد.

$$Mean = \frac{Sum\ of\ values}{Number\ of\ values} = \frac{194+197+196+193}{4} = 195\ g$$

ب- إذا كانت القيمة المقبولة لكتلة الاسطوانة تساوي (200 g)، بين مصادر الأخطاء في قياسات سُعاد.

من الممكن أن الأداة التي تقيس الكتلة لا تتصرف بالطريقة نفسها في كل قياس أو أن هنالك تذبذب في القراءات أو من الممكن أن يكون السبب عدم انطباق المؤشر على أحد تدريجات القياس.

سؤال 4 طلب المعلم من خالد استخدام الشريط المتري في قياس طول غرفة الصف، فوجده يساوي (8.4 m). إذا كانت القيمة المقبولة لطول الغرفة يساوي (8.0 m)، جد ما يأتي:

أ- الخطأ المطلق.

$$AE = |MV - AV| = |8.4 - 8.0| = |0.4| = 0.4\ m$$

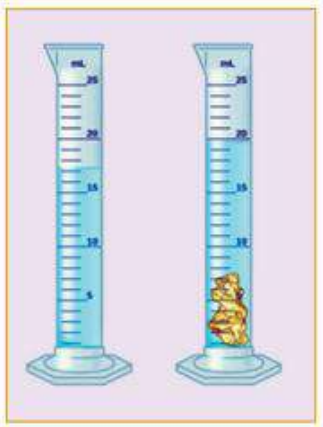
ب- الخطأ النسبي.

$$Relative\ Error = \frac{AE}{AV} = \frac{0.4}{8} = 0.05$$

جـ- الخطأ النسبي المئوي.

$$Percentage\ Error = Relative\ Error \times 100\% = 0.05 \times 100\%$$

$$Percentage\ Error = 0.05 \times 100\% = 5\%$$



سؤال 5 في تجربة لقياس كثافة قطعة من الصخر، استخدمت شذى المخبار المدرج في قياس حجم القطعة، حيث وضعت كمية من الماء في المخبار ثم أسقطت قطعة من الصخر فيه على نحو ما يظهر في الشكل. اعتمادًا على الشكل:

أ- احسب حجم قطعة الصخر.

$$\text{الزيادة في الماء} = 20 - 17 = 3\ ml$$

ب- إذا كررت شذى قياس حجم قطعة الصخر باستخدام المخبار المدرج.
حدد الخطأ (الأخطاء) التي يمكن أن تقع فيها شذى وصنفها إلى منتظمة وعشوائية.

عدم انطباق المؤشر على أحد تدريجات القياس أو اختلاف زاوية النظر عند أخذ القراءات (عشوائية).

اختلاف زاوية النظر (عشوائية) أو أخذ القراءات من وضع نظر معين (خطأ منتظم).

سؤال 6 طلب معلم الفيزياء من ثلاثة طلاب (فارس، مؤمن، أدهم) قياس الزمن الدوري لبندول بسيط في أثناء اهتزازه بقياس زمن خمس دورات متتالية، ثم قسمة الناتج على (5) على أن يبدأ الطلاب القياس معًا من اللحظة نفسها، والجدول المجاور يبين الازمان الدورية التي قاسها الطلاب الثلاثة في أربع محاولات متتالية. إذا كانت قياسات القيمة المقبولة للزمن الدوري للبندول تساوي (1.20 s)، بين أي الطلاب كانت قياساته:

رقم المحاولة	الزمن الدوري (s)		
	فارس	مؤمن	أدهم
1	1.25	1.38	1.32
2	1.14	1.44	1.10
3	1.21	1.36	1.48
4	1.20	1.42	0.95

أ- **أكبر دقةً.** قياسات مؤمن.

ب- **أكثر ضبطًا.** قياسات فارس.

جـ- **تدل على أنه وقع في خطأ منتظم.**

د- **غير دقيقة وغير مضبوطة.** قياسات أدهم