



الصف التاسع

وحدة القياس

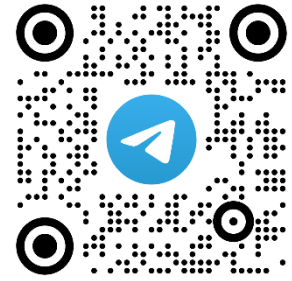
إعداد الأستاذ :
مهند القرم



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



أ. مهند القرم



للحصول على شرح الكورس من خلال بطاقة الفيزياء

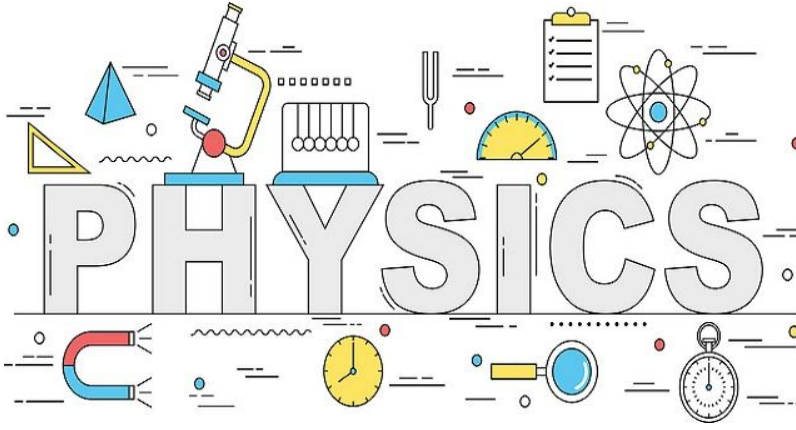
التواصل مع منصة أساس 062229990

النظام الدولي للوحدات

أولاً: الفيزياء

الأهمية

اشتُقَّت كلمة (فيزياء) Physics من الأصل الإغريقي الذي يعني (معرفة الطبيعة)، وتكمن أهمية علم الفيزياء في حياتنا في أنه يُزودنا بفهم سلوك الكون الذي نعيش فيه

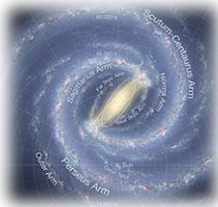


س1: وضح المقصود بعلم الفيزياء.

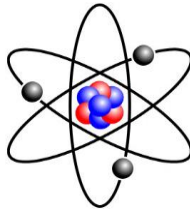
طاقة حرارية = انصهار



س2: لماذا يهتم علم الفيزياء؟



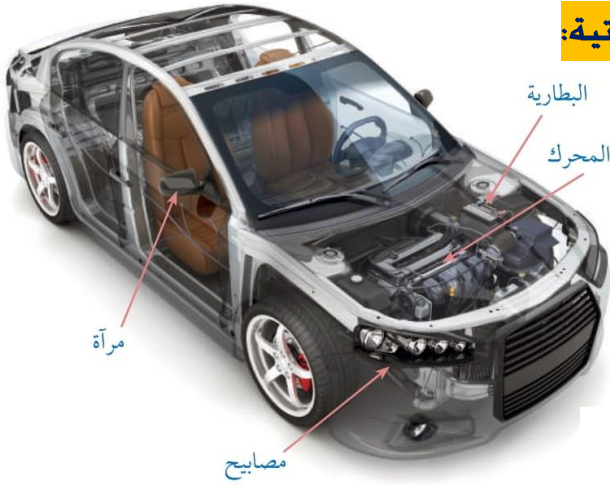
إلى المجرة



يهتم علم الفيزياء بدراسة الأنظمة من الذرة ويحاول تفسير الظواهر الطبيعية من حولنا.

س3: عدد بعض فروع علم الفيزياء.





س4: اذكر بعض أجزاء السيارة التي تمثل فروع الفيزياء الآتية:

✓ علم الديناميكا الحرارية:

..... ,

✓ علم الكهرباء ومغناطيسية:

..... ,

✓ علم البصريات:

..... ,

✎ يدر بالذكر أنّ علم الفيزياء يتكامل مع العلوم الأخرى، مثل: الكيمياء ،
الأحياء ، علوم الأرض ، الرياضيات ، الهندسة ، الطب.

ثانياً: الكمية الفيزيائية

❖ **التعريف:** كلّ جزء من الطبيعة يمكن تحديد كميته بالقياس أو الحساب.

س1: أعط أمثلة على كميات فيزيائية.

.....
.....

س2: لماذا نستخدم الكميات الفيزيائية.

لإعطاء وصف كافٍ للمادة التي ندرسها.

مثل: قطعة الحديد . يمكن استخدام (الكثافة ، الطول ، الحجم ، درجة الانصهار... إلخ)

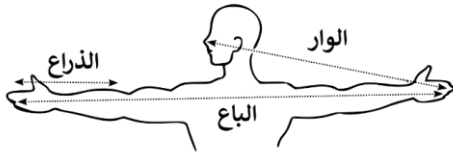
س3: كيف نعبر عن الكمية الفيزيائية.

.....
.....
.....
.....

ثالثاً: النظام الدولي للوحدات

قديماً استخدم العرب الباع والذراع لقياس الطول

في حين استخدم الرومان الميل والقدم



1 mile = 1.6 km
1 foot = 30 cm



من أنظمة القياس المستخدمة

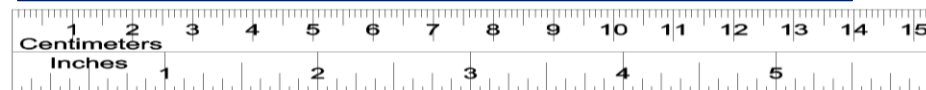
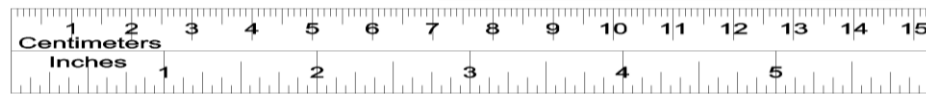
النظام البريطاني

النظام المتري

(باوند، قدم، ثانية)

mks (kg .m .s)

cgs (cm .g .s)



إشكالية كبيرة في مهارة
من مهارات العلم



التواصل بين العلماء



إيجاد نظام موحد
لوحدات قياس معيارية

اختلاف وحدات القياس من دولة إلى أخرى أدى إلى



نظام موحد لوحدات القياس
(النظام العالمي للوحدات) SI

وحدات فيزيائية
مشتقة

وحدات فيزيائية
أساسية

مثل:

N, J, W, pa

مثل:

m, kg, s, A

س1: ما الفرق بين الكميات الأساسية والكميات المشتقة ؟

✓ الكميات الأساسية: سبع كميات أساسية يمكن أن نشق منها الكميات الأخرى.

✓ الكميات المشتقة : الكميات التي يمكن التعبير عنها بدلالة الكميات الأساسية.

😊 أعطني مثلاً

الكميات الأساسية:

الكمية	وحدة القياس	رمز وحدة القياس
الطول	متر (meter)	m
الكتلة	كيلوغرام (kilogram)	kg
الزمن	ثانية (second)	s
درجة الحرارة	كلفن (Kelvin)	K
التيار الكهربائي	أمبير (Ampere)	A
كمية المادة	مول (mole)	mol
شدة الإضاءة	قنديلة (candela)	cd

بعض الكميات المشتقة:

الكمية	معادلة تعريفها	رمز الوحدة	اسم الوحدة
السرعة	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	m/s أو ms^{-1}	متر / ثانية
التسارع	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	m/s ² أو ms^{-2}	متر / ثانية ²
القوة	$F = ma$	N = kg.m.s ⁻²	نيوتن (newton)
الشغل	$W = Fd$	J = kg.m ² .s ⁻²	جول (joule)
الضغط	$P = \frac{F}{A}$	Pa = kg.m ⁻¹ .s ⁻²	باسكال (pascal)

س2: أي مما يأتي ليس من وحدات النظام الدولي (SI) الأساسية:

أ- m

ب- A

ج- K

د- J

قواعد التعامل مع وحدات القياس :

عند التعامل مع الوحدات يجب أخذ الأمور الآتية في الحسبان:

1- الوحدات المركبة الناتجة عن حاصل ضرب وحدتين أو أكثر تُكتب بالترتيب نفسه التي تبدو عليه، فمثلاً (newton meter) تُكتب بالترتيب نفسه (N m).

2- الوحدة التي تُضرب في نفسها مرةً أو أكثر تُكتب باستخدام الأس المناسبة، فمثلاً $(m \times m \times m = m^3)$.

3- في حال قسمة الوحدات يُفضل عدم استخدام إشارة الكسر، فمثلاً $(\frac{m}{s})$ تُكتب $(m s^{-1})$ أو (m/s) .

4- وحدات القياس في طرفي المعادلة يجب أن تكون متماثلة، وهذا يُسمى التجانس، فمثلاً لإيجاد مساحة المستطيل (A)، والتي تُعطى بالعلاقة

$$A = l \times w$$

$$m^2 \equiv m \times m$$

$$m^2 \equiv m^2$$

وعلى هذا، فإن المعادلة متجانسة.

س3: ما الذي يجب مراعاته عند جمع كميات فيزيائية أو طرحها ؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س4: ما فائدة استخدام النظام الدولي للوحدات ؟

.....

س5: اشتق وحدة قياس الكميات الفيزيائية الآتية.

الكمية	معادلة تعريفها
السرعة	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
التسارع	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
القوة	$F = ma$
الشغل	$W = F d$
الضغط	$P = \frac{F}{A}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

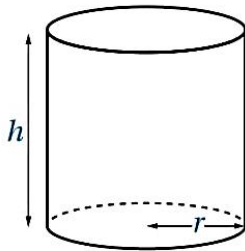
.....

.....

المثال 1

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

المثال 2



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

يُعبّر عن حجم الأسطوانة بالعلاقة:

حيث (r) نصف قطر الأسطوانة، و (h) ارتفاعها.

أتحقّق من تجانس طرفي معادلة حساب حجم الأسطوانة، علمًا بأنّ وحدة قياس الحجم هي (m^3).

رابعاً: بادئات النظام الدولي للوحدات

س1: ما أهمية استخدام البادئات؟

لتسهيل التعامل مع الأرقام الكبيرة جدًا أو الصغيرة جدًا نستخدم البادئات؛ وهي حروف لاتينية تكتب أمام وحدة القياس على أن تدلّ كل بادئة منها على جزء من قيمة الكمية الفيزيائية، أو إحدى مضاعفاتها من قوى العدد (10).

أمثلة

➔ المسافة بين الشمس وأقرب نجم لها

(40,000,000,000,000,000 m) تقريباً

➔ سمك غشاء الخلية 0.000000007 m

➔ نصف قطر نواة ذرة الكربون (0.000000000000000275 m)

البادئات :

البادئة	الرمز	التعبير الأسّي	التعبير العشري	البادئة	الرمز	التعبير الأسّي	التعبير العشري
بيتا	P	10^{15}	1 000 000 000 000 000	فمتو	f	10^{-15}	0.000 000 000 000 001
تيرا	T	10^{12}	1 000 000 000 000	بيكو	p	10^{-12}	0.000 000 000 001
جيجا	G	10^9	1 000 000 000	نانو	n	10^{-9}	0.000 000 001
ميغا	M	10^6	1 000 000	ميكرو	μ	10^{-6}	0.000 001
كيلو	k	10^3	1000	ملي	m	10^{-3}	0.001
هيكثو	h	10^2	100	سنتي	c	10^{-2}	0.01
ديكا	da	10^1	10	ديسي	d	10^{-1}	0.1

س2: اكتب الأعداد الآتية باستخدام البادئات.

A. 10000

B. 0.0000003

C. 55000000000

D. 1.5×10^6

E. $\frac{5}{100}$

F. 0.000000004

G. 100×10^{10}

التحويل بين البادئات :

مثال: حوّل الكمية الآتية من الوحدة المقيسة بها

إلى الوحدة المقابلة لها: $7 \text{ Mm} = () \text{ km}$

❖ للتحويل من بادئة إلى أخرى:

(1) نضرب بقيمة البادئة الموجودة.

(2) نقسم على قيمة البادئة المطلوبة.

س3: أ- اكتب (50 pm) بدلالة (fm) | هناك طريقتان |

ب- اكتب (300 nm) بدلالة (μm)

ج- اكتب (0.5 PJ) بدلالة (MJ)

د- اكتب (0.06 kN) بدلالة (GN)

الصورة العلمية لكتابة الأعداد :

$$A \times 10^n$$

عدد صحيح
موجب أو سالب

$$1 \leq |A| < 10$$

سؤال: هل تحقق الأعداد الآتية شروط (A) ؟

1	10
-1	-11
7.5	0.9
1.1	9.9

❖ للتحويل إلى الصورة العلمية:

- 1- نعوض قيمة البادئة -إن وجدت-
- 2- نحرك الفاصلة العشرية لنحقق شروط (A)

➡ عند تصغير العدد نُضيف (أس) موجب
بعدد المنازل التي تم حركتها.

➡ عند تكبير العدد نُضيف (أس) سالب
بعدد المنازل التي تم حركتها.

س2: اكتب الكميات الآتية بالصورة العلمية.

- 70000000 _____
- 0.0000008 _____
- 55000000000 _____
- 1.5×10^6 _____
- 212000 _____
- 0.00047 _____
- 400 kN _____
- 5.5 MJ _____
- 60×10^6 pm _____
- 100 Tpa _____
- 1.6×10^{-4} fC _____
- 700 nm _____

معامل التحويل :

يمكن من خلاله التحويل من وحدة قياس إلى أخرى.

مثال: $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ يمكن استخدام ذلك لتحويل 20 min إلى ثوانٍ

* يمكن استخدامه لتحويل وحدة كبيرة إلى وحدة صغيرة

* يمكن استخدامه لتحويل وحدة صغيرة إلى وحدة كبيرة

* تحويلات لا بد من حفظها ☺

$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$	$1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$
$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$	$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$
$1 \text{ hr} = 60 \text{ min}$	$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$
$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$	$1 \text{ L} = 1000 \text{ ml} = 1000 \text{ cm}^3$

سؤال: اكتب الوحدات الآتية بدلالة الوحدات المشار إليها.

A) $500 \text{ L} = \text{m}^3$ B) $2 \text{ ton} = \text{kg}$ C) $180 \text{ s} = \text{min}$ D) $500 \text{ cm} = \text{km}$

تمرين

أكتب الكميات الآتية بالصورة العلمية:

• 23.07×10^2

• 0.02587×10^3

• 0.00005×10^{-5}

• 547.25

المثال 3

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

المثال 4

أكتب مقدار الطاقة (5.26×10^4 J) باستخدام البادئة المناسبة.

المثال 5

كتلة قطرة زيت تساوي (5.6 g)، أعبر عن كتلة قطرة الزيت بوحدة (kg) وبالصورة العلمية، علماً أن
(1 kg) يكافئ (1000 g).

المثال 6

أجد (2 h) بوحدَة (s).

حيث: 1 h (hour) = 60 min (minutes) و 1 min = 60 s

المثال 7

سيارة تتحرك بسرعة (54 km/h)، أجد سرعة السيارة بوحدَة (m/s).

لتمرين

• أكتب (5.6 pm) بدلالة (m).

• أكتب (20 μA) بدلالة (mA).

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** ما أهمية استخدام وحدات قياس موحدة؟ وما أهمية استخدام البادئات العلمية؟

2. **التفكير الناقد:** أكتب مجالاً من مجالات استخدام علم الفيزياء في ما يأتي:
المدفأة الكهربائية، حركة لاعب القفز باستخدام الزانة، المجهر الضوئي.

3. **أحلّ:** السنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة، أجد مقدار السنة الضوئية بوحدة (m)، آخذاً في الحسبان أن السنة الميلادية (365) يوماً شمسياً (24 h)، وأن سرعة الضوء $(3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})$.

4. **أستعملُ الأرقام:** أكتبُ الكميات الآتية باستخدام بادئات النظام الدولي المناسبة:

أ . $1.2 \times 10^{-3} \text{ s}$

ب . $4.5 \times 10^{-9} \text{ m}$

ج. $2.5 \times 10^{10} \text{ J}$

5. **أحلُّ:** أتحقق من تجانس المعادلات الآتية من حيث وحدات القياس:
حيث: a التسارع، Δx الإزاحة، v_1 السرعة الابتدائية، v_2 السرعة النهائية، t الزمن.

أ . $v_2 = v_1 + at$

ب . $v_2^2 = v_1^2 + 2a\Delta x$

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

6 . أَسْتَعْمَلُ الأَرْقَامَ: أكتبُ الكمِّيَّاتِ الآتِيَةَ بِاسْتِخْدَامِ الصُّورَةِ الْعِلْمِيَّةِ:

أ . 12 TW

ب . 720 MJ

جـ . 3.8 μm

7 . أَحْلُلْ: أَسْتَخْرِجُ مِنَ النَّصِّ الكمِّيَّاتِ الفِيزِيَاءِيَّةَ وَوَحَدَاتِ قِيَاسِهَا.

ذهبتُ سلمى من بيتها في مدينة الزرقاء إلى مدينة جرش قاطعةً مسافةً (60 km) في (70 min) لزيارة آثار جرش الجميلة، واشترتُ لترين من الماء ولترًا من العصير، و (500 g) من المكسرات. وقد استمتعتُ سلمى برحلتها كثيرًا، وعادتُ تحكي لأختها عن جمال مدينة جرش.

القياس والأرقام المعنوية

أولاً: القياس

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

أمثلة: الأجسام الساخنة والباردة ، أطوال الأنابيب ، تشخيص حالة المريض

✓ الأرقام تنتج عن عملية القياس.

سؤال: وضح المقصود بالقياس. مع ذكر الأمثلة.

الكيلوغرام المعياري



الكمية المراد
قياسها (الكتلة)

الشكل (2):
عناصر القياس.



أداة القياس

وحدة القياس (القياس)

في القياس:

- نقارن كميتين من النوع نفسه.

- نقارن وحدة القياس بالكمية
المجهولة باستخدام أداة مناسبة

بعد القياس:

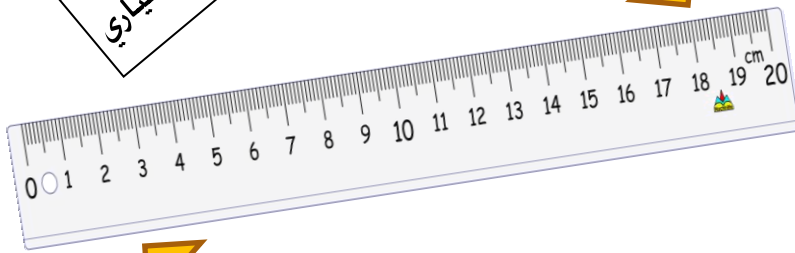
- نحصل على نتيجة القياس التي تتضمن رقماً ووحدة. مثلاً : 5 kg

تعبّر الوحدة عن نوع الكمية

يعبّر الرقم عن مقدار الكمية

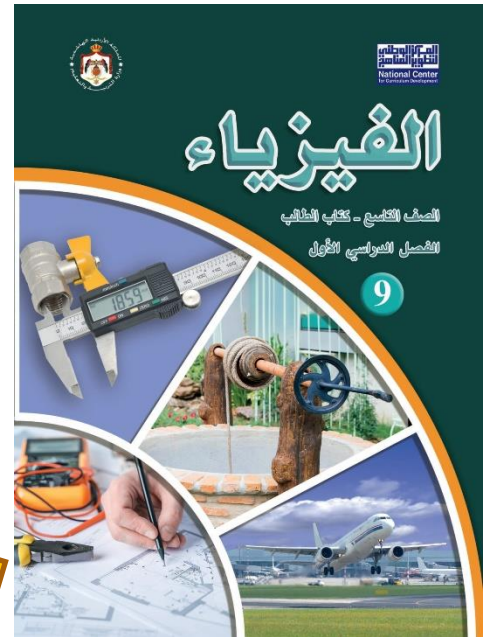


وحدة القياس: cm



الأداة: المسطرة

طول الكتاب: كمية مجهولة (مقاسة)



✓ **أتحقّق:** أحدد عناصر القياس في ما يأتي: استخدم أحمد ساعة اليد لقياس الزمن من لحظة مغادرته المنزل إلى أن وصل إلى المدرسة، فوجد أنه (15 min).

الكمية المقاسة

عناصر القياس

أداة القياس

وحدة القياس

ثانياً: أدوات القياس

الأداة	الوحدة	الكمية الفيزيائية
ميزان ذو كفتين	كيلو غرام	الكتلة
ميزان نابضي	نيوتن	القوة
بارومتر	باسكال	الضغط



عند إجراء عملية القياس ، من الأمور التي يجب مراعاتها:

1-

2-

مثلاً : المسطرة

✓ هناك أدوات أدق من المسطرة في قياس الطول

مثل: الميكروميتر

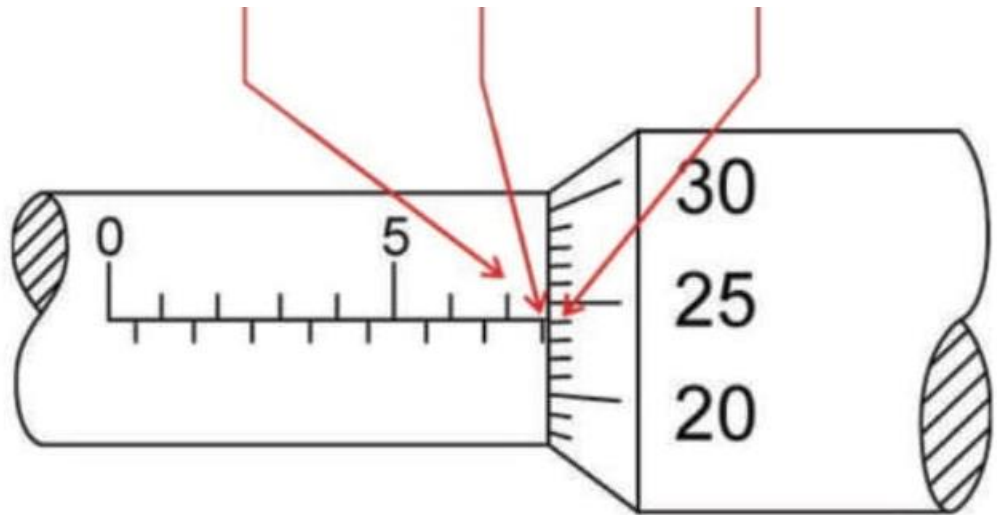
يمكن من خلاله قياس سمك ورقة

أو صفيحة رقيقة



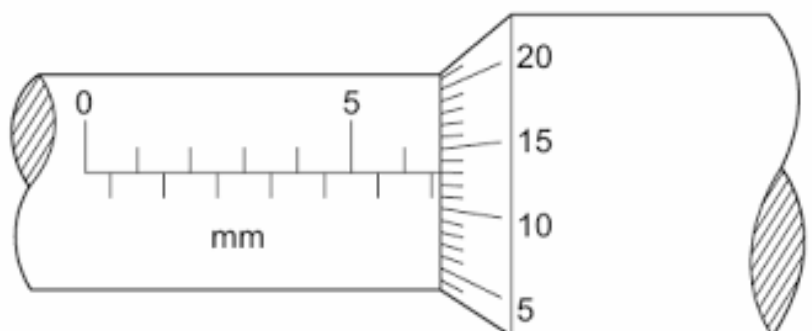
مثال على قراءة الميكرومتر

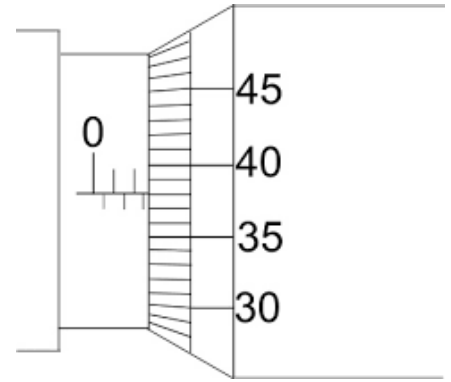
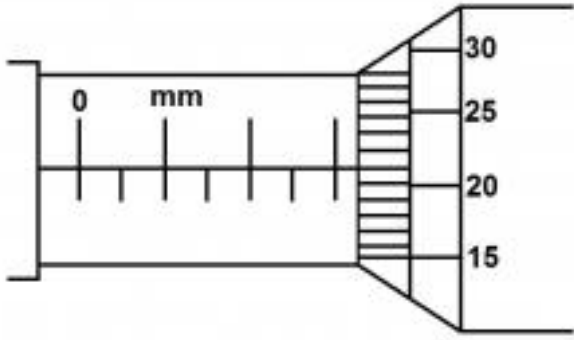
- أسجل قراءة المقياس الطولي العلوي ويكون بالمليمتر (7.0mm).
- أسجل قراءة المقياس الطولي السفلي ويكون بأنصاف المليمتر (0.5mm).
- أسجل قراءة التدرج الدائري بقراءة التدرج المنطبق على المقياس الطولي (24)، وضربه بقيمة المنزلة التي يمثلها التدرج الدائري وهي (0.01) فتكون القراءة (0.24 mm).
- أجمع القراءات الثلاث فتمثل قراءة الميكرومتر.



الشكل (4): حساب قراءة الميكرومتر بوحدة (mm).

س2: جد قراءة الميكرومتر في الصور الآتية.





✓ **أتحقّق:** أذكر أمرين يجب أخذهما في الحسبان عند اختيار أداة القياس.

أفكر: باستخدام الأدوات الآتية: ورقة بيضاء، قلم، خيط صوف، مسطرة، مقص. أصمّم تجربة، لقياس محيط قرص دائري، موضّحاً الأمور التي سأعمل بمقتضاها لزيادة دقة القياس ما أمكن.



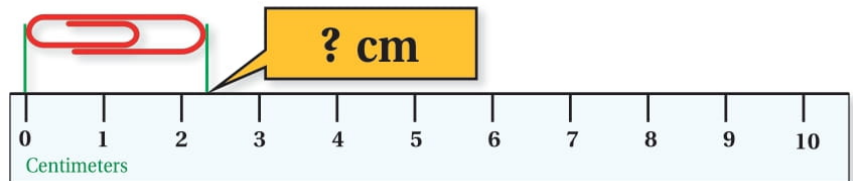
ثالثاً: الأرقام المحددة والأرقام المعنوية

عد الأشياء

العلاقة بين وحدتين

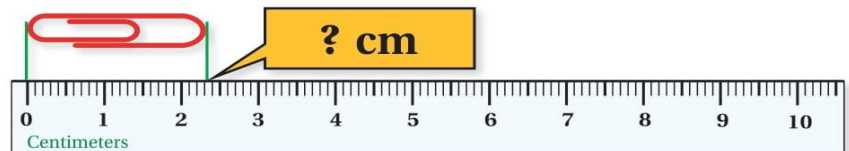
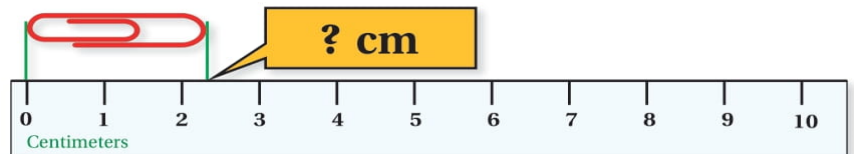
التعبير عن نتائج القياسات

استخدام الأرقام



يُطلق على الأرقام المؤكدة التي تنتج عن عملية القياس إضافة إلى الرقم التقديري، الأرقام المعنوية **Significant Figures**. وهذا يعني أن قياس طول مشبك الورق باستخدام المسطرة المبينة في الشكل (6) يتضمن رقمين معنويين.

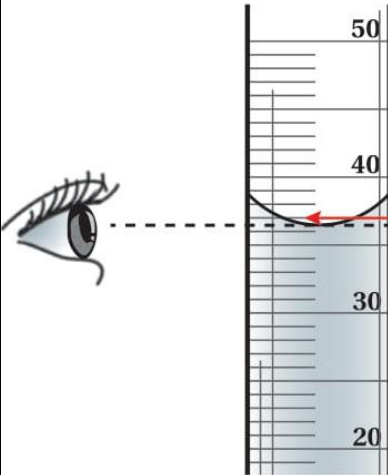
يعتمد عدد الأرقام المعنوية في القياس على مقدار أصغر تدرج يظهر على أداة القياس.



وبوجه عام، يكون الرقم الأبعد إلى اليمين في نتيجة القياس مشكوكاً فيه، ولا يمكن تأكيده إلا باستخدام أداة قياس أخرى أكثر دقة. وكلما زاد عدد الأرقام المعنوية زادت دقة القياس.

أفكر: استخدمت نوراً 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 علمياً؟ أفسر إجابتي.

قواعد التعامل مع الأرقام المعنوية



تعد جميع الأرقام غير الصفرية التي تظهر في القياس أرقاماً معنوية، أما الصفر فربما يكون معنوياً أو غير معنوي. فمثلاً يبين الشكل (8) مقطعاً من مخبر مدرج بوحدة ملتر (mL)، فإذا كان ارتفاع الماء في المخبر ينطبق تماماً عند التدريج (37)، فعندئذ يمكن التعبير عن القياس بالصورة (37.0 mL)، وحينئذ يعد الصفر رقماً معنوياً.

الربط بالرياضيات

قد يختلف معنى الأصفار بين الرياضيات والفيزياء، فالأرقام (2.00)، (2.0) متساوية رياضياً، أما في الفيزياء، فالقياس (2.0) يتكون من رقم مؤكد ورقم مشكوك فيه، أما القياس (2.00) فهو أكثر دقة؛ لأنه يتكون من رقمين مؤكدين ورقم مشكوك فيه.

أما الأصفار المستخدمة في تحديد موقع الفاصلة العشرية فلا تُعد أرقاماً معنوية، كما في القياس (0.003) الذي يحتوي على رقم معنوي واحد فقط.

ولتجنب الوقوع في الخطأ في حالة الأصفار في نهاية الرقم الصحيح، يُكتب القياس بالصورة العلمية (3000)

عدد الأرقام المعنوية في القياس.
الجدول الآتي يوضح القواعد الواجب العمل بمقتضاها عند تحديد

القاعدة	أمثلة (عدد الأرقام المعنوية)
(1) الأعداد غير الصفرية كلها تُعد أرقاماً معنوية.	3.45 (3 أرقام معنوية) 1.475 (4 أرقام معنوية)
(2) الأصفار الواقعة بين الأعداد غير الصفرية تُعد أرقاماً معنوية.	205 (3 أرقام معنوية) 5.0308 (5 أرقام معنوية)
(3) الأصفار التي تُكتب في نهاية الرقم بعد الفاصلة العشرية أرقاماً معنوية.	14.0 (3 أرقام معنوية) 2.500 (4 أرقام معنوية)
(4) الأصفار التي تُكتب إلى يسار أول عدد غير صفري بعد الفاصلة العشرية ليست أرقاماً معنوية.	0.02 (رقم معنوي) 0.0035 (رقمان معنويان)
(5) الأصفار في نهاية الرقم الصحيح دون وجود فاصلة عشرية ليست أرقاماً معنوية.	3000 (رقم معنوي) 30700 (3 أرقام معنوية)

المثال 8

قاس طالب طول قلم مستخدمًا مسطرةً، وعبر عن نتيجة القياس بأنه (10.35 cm). أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. ما أصغر تدرّج يظهر على المسطرة التي استخدمها الطالب؟

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

لتدرب

أحدّد عدد الأرقام المعنوية في كلّ من القياسات الآتية:

أ. 202 mm ب. 1.250 cm

ج. 0.050 m L د. $6.01 \times 10^{-3} \text{ m}$

إجراء العمليات الحسابية باستخدام الأرقام المعنوية

عند إجراء العمليات الحسابية باستخدام الأرقام المعنوية، يجب العمل بمقتضى القواعد الآتية:

1. الجمع والطرح: أتبع الخطوات المبيّنة في المثال الآتي:
- أحدد عدد المنازل العشرية (بعد الفاصلة) للكميات المطلوب جمعها أو طرحها:

$$1.367 + 13.2 =$$

- أحسب ناتج عملية الجمع أو الطرح، وأدوّر الناتج على أن يكون عدد المنازل العشرية في الإجابة مساوياً لعدد المنازل العشرية التي يحتويها أقل قياس من المُعطيات.
- أعبر عن النتيجة بالصورة الآتية :

$$1.367 + 13.2 =$$

✓ **أتحقّق:** أحسب الناتج وأعبر عنه بعدد مناسب من الأرقام المعنوية:

$$34.8 \text{ cm} - 5.9 \text{ cm}$$

2. الضربُ والقسمةُ: أَتْبَعُ الخطواتِ المَبَيَّنَةَ في المِثَالِ الآتي:

- أعدد عدد الأرقام المعنوية في الكميات المعطاة.

- أحسبُ ناتجَ عمليّة الضرب أو القسمة، وأدوّرُ الناتجَ ليكونَ

عددُ الأرقامِ المعنويّةِ فيه مساوياً لعددِ الأرقامِ في القياسِ الذي يشتملُ على العددِ الأقلِّ من الأرقامِ المعنويّةِ .

$$\underbrace{4.6}_{\text{46}} \times \underbrace{13.2}_{132} =$$

✓ **أَتَحَقَّقُ:** ما عددُ الأرقامِ المعنويّةِ التي يجبُ أنْ تحتويها الإجابةُ عندَ ضربِ القياسين (23.6cm) ، (8.8cm)

ضرب القياسين (8.8cm) ، (23.6cm)

3. إجراء العمليات الحسابية باستخدام الآلة الحاسبة:

عند إجراء العمليات الحسابية باستخدام الآلة الحاسبة، فإن الإجابة قد لا تحتوي على العدد الصحيح من الأرقام المعنوية، لذا تُستخدم القواعد السابقة نفسها في تدوير الإجابة إلى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية، على نحو ما يتضح في المثال الآتي:

$$23.096 \times 90.300 = ??$$

5 أرقام معنوية

5 أرقام معنوية

أفكر: يبين الشكل عملية حسابية

أُجريت باستخدام آلة حاسبة.

$$100.0225 \text{ cm}$$

$$-10.7 \text{ cm}$$

$$\hline 89.3225 \text{ cm}$$

أتبع قواعد التعامل مع الأرقام المعنوية لأعبر عن الإجابة بالعدد المناسب من الأرقام المعنوية.

الخلاصة

المثال 9

أجد ناتج الطرح، وأعبر عن النتيجة بالعدد المناسب من الأرقام المعنوية وبالصيغة العلمية :

$$2.38 \times 10^3 \text{ cm} - 19 \text{ cm}$$

المثال 10

قاست طالبة أبعاد قطعة كرتون، فكان طولها (24.1 cm) وعرضها (9.7 cm). أحسب مساحة القطعة مستخدماً العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسية:** ما المقصود بكل من: القياس، الأرقام المعنوية؟ وما أهمية الأرقام المعنوية؟



2. **أطبّق:** تأمل أدوات القياس المبينة في الشكل، وأحدّد الكمية الفيزيائية المقاسة، وأعبر عن القياس بعدد مناسب من الأرقام المعنوية.

3. **أحلّل:** يبين الشكل أداة قياس تُسمّى الوزنيّة، معتمداً على الشكل، أجب عن الأسئلة الآتية:



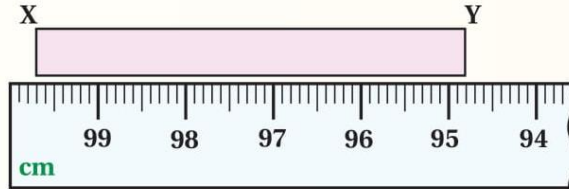
أ. ما الكمية التي استُخدمت الأداة في قياسها؟ وما وحدة القياس؟

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

ج. **أقترح** كمية فيزيائية يمكن قياسها باستخدام الجزء المشار إليه بالرمز (X) من الأداة.

مراجعة الدرس

4. **تفكير ناقد:** قاست طالبة طول جسم (XY) باستخدام قطعة من مسطرة مكسورة، على نحو ما يبين الشكل، فهل يمكن معرفة طول المسطرة بالاعتماد على الشكل؟ أفسر إجابتي.



أخطاء القياس

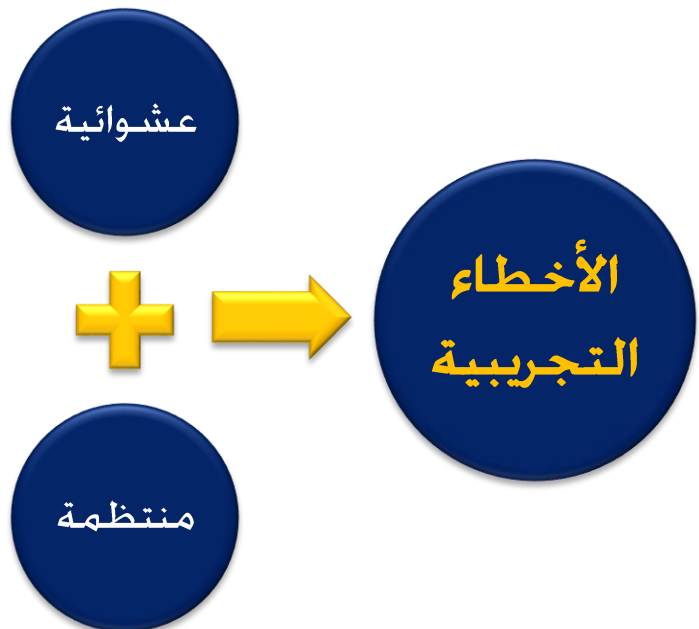
لا تخلو أي عملية قياس من الأخطاء، إذ يوجد دائماً عدم يقين في القياسات التي نحصل عليها

بسبب الأخطاء التجريبية

الأخطاء التجريبية

✓ الخطأ التجريبي:

.....



الأخطاء العشوائية

هي الأخطاء التي لا تأخذ نمطاً محدداً عند تكرار عملية القياس تحت الظروف نفسها.

* مميزات الأخطاء العشوائية:

1- يمكن أن تكون بعض القيم أكبر من القيمة الحقيقية أو أقل عند تكرار عملية القياس.

2- لا يتكرر مقدار الخطأ نفسه بتكرار عملية القياس.

* من مصادر الأخطاء العشوائية:

1- التذبذبات (التقلبات) في قراءات أدوات القياس.



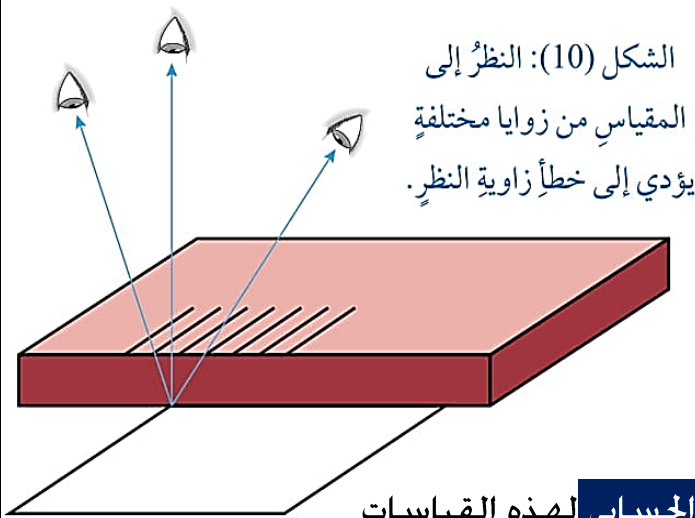
2- ظروف البيئة المحيطة، مثل: التباين في درجة الحرارة.

3- تكرار القياسات من الشخص الذي يقوم بعملية القياس، حيث يحصل غالباً على قياس مختلف

قليلاً عن الذي يسبقه، مثل قياس طول الغرفة الصفية باستخدام الشريط المتر.

4- تقدير قراءة أداة القياس، إذ لا ينطبق المؤشر أحياناً على تدريجات القياس.

5- خطأ زاوية النظر، عند أخذ القراءات المختلفة من جهتين متناظرتين.



* كيف يمكن التقليل من الأخطاء العشوائية؟

عن طريق تكرار القياسات مرات عدة، وأخذ الوسط الحسابي لهذه القياسات

أفكر: يُستخدم جهازُ الفولتميتر في قياس فرق الجهد الكهربائي. فأحياناً تثبت الشركة الصانعة للجهازِ مرآةً صغيرةً خلفَ إبرة القياسِ التي نستخدمُها في قراءة فرق الجهد. فما الهدفُ من استخدامِ المرآة؟

الأخطاء المنتظمة

هي الأخطاء التي تؤثر في القياسات جميعها بالمقدار نفسه وباتجاه واحد.

* ميزة الأخطاء المنتظمة:

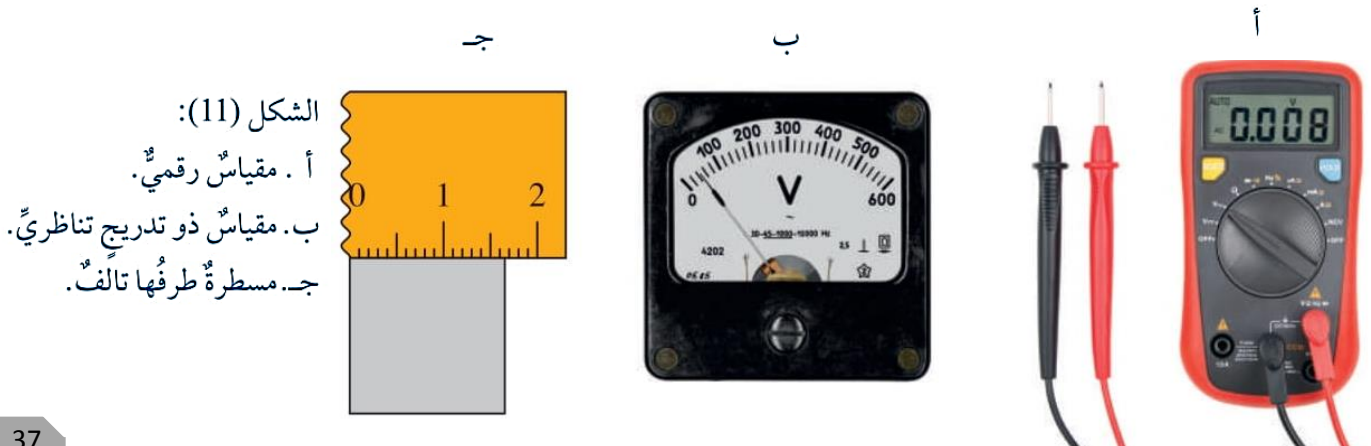
تكون جميع القياسات أكبر من القيمة الحقيقية أو أصغر منها.

لذا تكون أكثر قابلية للتنبؤ من الأخطاء العشوائية. **علّل.**

* من مصادر الأخطاء المنتظمة:

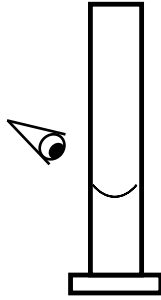
1- الخطأ الصفري بسبب عدم معايرة أدوات القياس الرقمية أو ذات التدرج التناظري على الصفر

قبل استخدامها.





2- عدم ضبط المتغيرات جميعها التي تؤثر في نتائج تجربة ما،
مثل قياس المجال المغناطيسي للمغناطيس دون اعتبار لتأثير
المجال المغناطيسي للأرض.



3- يمكن أن يكون خطأ زاوية النظر من مصادر الأخطاء المنتظمة
عندما تؤخذ القراءات جميعها من الموقع نفسه.

* كيف يمكن التقليل من الأخطاء المنتظمة ؟

من خلال الضبط الدقيق للإجراءات المتبعة لاستخدام أداة القياس وأهمها المعايرة قبل الاستخدام.

سؤال: هل يمكن التقليل من الأخطاء المنتظمة من خلال تكرار القياسات ؟

لا ، لأنّ الخطأ غالباً ما ينجم عن قواعد استخدام الأداة وعدم مراعاة ظروف القياس.

أفكر: بتكرار القياسات وأخذ
الوسط الحسابي يقلُّ تأثيرُ
الأخطاء العشوائية، لكن لا
يقلُّ تأثيرُ الأخطاء المنتظمة
في نتائج القياسات. فبِمَ
أفسر ذلك؟

المثال 11

أحدّد نوع الخطأ في كلّ ممّا يأتي مبيناً السبب.

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

منتظم؛ لأن مقاومة الهواء تُعيق دائماً حركة الأجسام، فهي تؤثر باتجاه واحد في نتائج التجربة.

2. عمل خالد مخلوطاً حراريّاً في إناء غير معزول.

منتظم؛ لأن الإناء غير المعزول يتبادل الحرارة مع المحيط الخارجي، فتتأثر درجة حرارة المخلوط النهائية بالمحيط الخارجي زيادةً أو نقصاناً (تبعاً لدرجة حرارة المخلوط مقارنةً بدرجة حرارة المحيط)، أي باتجاه واحد.

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

عشوائي؛ لأن القياس الذي تحصل عليه يمكن أن يكون أكبر أو أصغر من الطول الحقيقي للقلم. (يمكن أن تقع منى في خطأ منتظم، إضافةً إلى الخطأ العشوائي، إذا لم تضبط مثلاً أحد طرفي القلم على صفر المسطرة).

4. كان أحمد يأخذ قراءة ميزان الحرارة الزئبقي المثبت عمودياً في إناء التسخين كلّ خمس دقائق وهو جالس في مكانه.

يقع أحمد في خطأ عشوائي إذا كان مستوى نظره منطبقاً دائماً مع مستوى الزئبق في ميزان الحرارة، ويقع في خطأ منتظم إذا كان مستوى نظره يصنع زاويةً مع مستوى الزئبق في ميزان الحرارة، وكانت زاوية النظر ثابتة.

نقد

طلبت المعلمة من كلّ من سارة وسلمى استخدام مسطرتها في قياس طول كتاب الفيزياء أربع مرات متتالية، فحصلت كلّ منهما على القياسات الآتية: سارة: 27.2, 27.5, 27.4, 27.5

سلمى: 28.1, 27.8, 27.9, 28.3

أذكر نوع الخطأ التجريبي الذي وقعت فيه كلّ من سارة وسلمى، وأبين السبب (علماً أن طول كتاب الفيزياء يساوي 28.0 cm).

الدقة والضبط

- دقة القياس: مدى اقتراب القيمة المقاسة من القيمة الحقيقية للكمية الفيزيائية.
 - ✓ القيمة الحقيقية للكمية الفيزيائية لا يمكن معرفتها تماماً بسبب أخطاء القياس.
 - ✓ هناك قيم مقبولة ومتعارف عليها وهي معتمدة بوصفها قيماً حقيقية تحت ظروف معينة.
 - مثل: متوسط تسارع الجاذبية الأرضية (g) يساوي 9.81 m/s^2 .
 - ✓ إذا صممت تجربة لقياس كمية فيزيائية وحصلت على قيمة قريبة من القيمة المقبولة في ظروف مشابهة فإن هذه القيمة تُعدُّ دقيقة، مثل نتيجة قياس تسارع الجاذبية 9.80 m/s^2 .
- الضبط: مدى التوافق (الاتساق) بين القياسات عند تكرارها تحت الظروف نفسها.
 - ✓ عند قياس طول كتاب الفيزياء والحصول على 30.1 cm , 30.2 cm , 29.9 cm فإن هذه القياسات تُعتبر مضبوطة لأنها متقاربة فيما بينها.
 - ✓ الفرق بين أكبر قياس وأصغر قياس $30.2 - 29.9 = 0.3 \text{ cm}$ هو مقدار صغير جداً مقارنة بطول الكتاب.
 - ✓ كلما قلَّ الفرق بين أكبر قياس وأصغر قياس كان القياس أكثر ضبطاً.



قياسات غير دقيقة وغير مضبوطة.

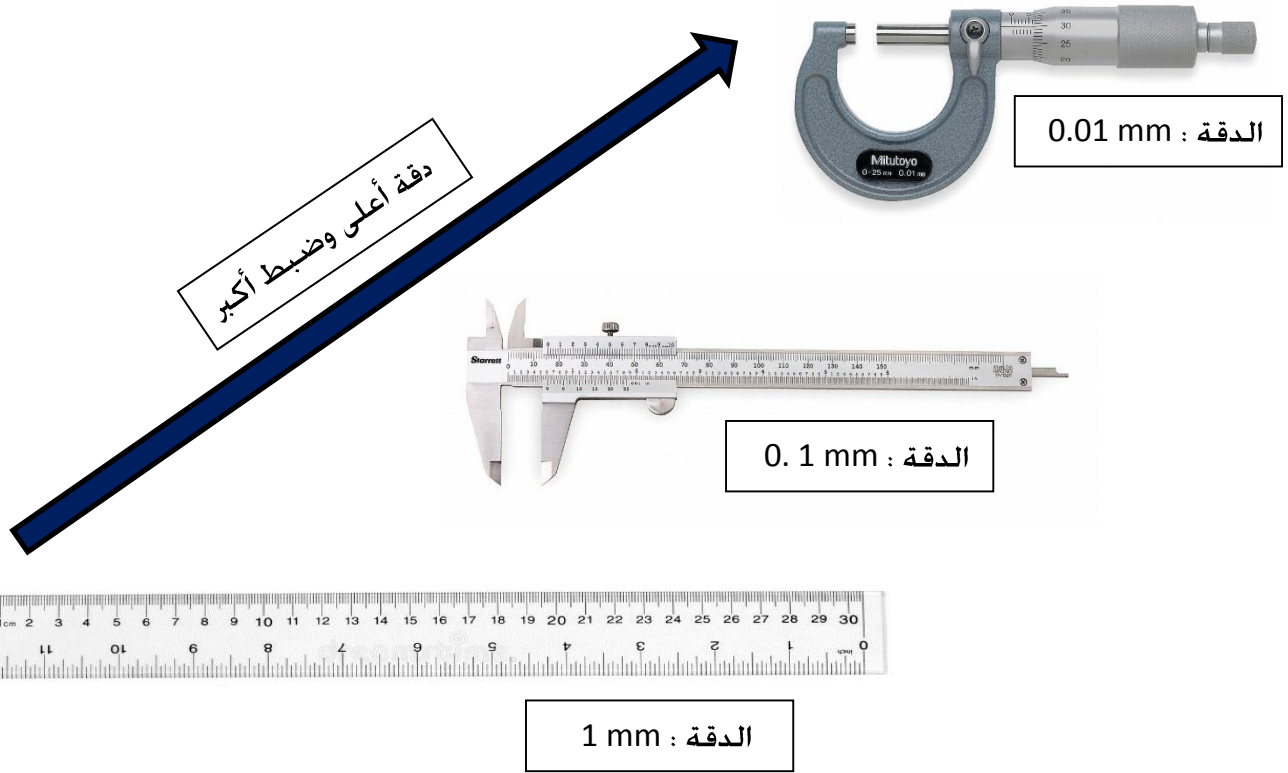


قياسات مضبوطة وغير دقيقة.



قياسات دقيقة ومضبوطة.

✓ يعتمد ضبط القياسات بشكل رئيس على دقة أدوات القياس المستخدمة.



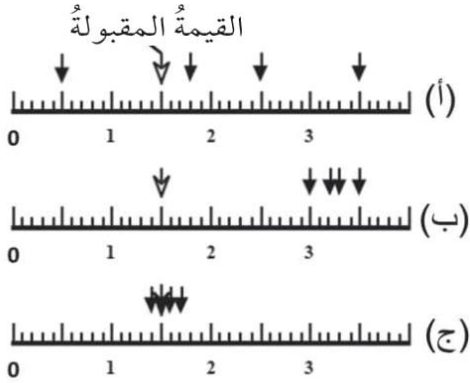
✓ كلما زاد عدد المنازل العشرية التي تقرأها الأداة زادت الدقة وزاد ضبط القياس.

✓ الشخص الذي يتبع المنهج العلمي في القياس أو التجريب يحصل على قياسات أكثر دقة

من الشخص الأقل التزاماً بهذا المنهج.

المثال 2

يبيّن الشكل قياساتٍ لقطر حلقة فلزية قام بها ثلاثة طلاب (أ، ب، ج)، حيث كرّر كل منهم القياس أربع مرّات متتالية، وهي مُمثّلة بالأسهم. أصفّ قياسات الطلاب الثلاثة من حيث الدقّة والضبط، علماً بأنّ القيمة المقبولة لقطر الحلقة يساوي (1.5 cm).



قياسات غير دقيقة وغير مضبوطة.



قياسات مضبوطة وغير دقيقة.



قياسات دقيقة ومضبوطة.

ألاحظ من الشكل أنّ قياسات الطالب (أ): (0.5, 1.8, 2.5, 3.5) cm على الترتيب، وهي بعيدة عن القيمة المقبولة باستثناء القياس (1.8 cm)، لذا فهي غير دقيقة. وهي متباعدة أيضاً بعضها عن بعض (غير متّسقة)، لذا فهي غير مضبوطة. أمّا قياسات الطالب (ب): (3.0, 3.2, 3.3, 3.5) cm على الترتيب، فهي بعيدة عن القيمة المقبولة، لذا فهي غير دقيقة، ولكنها متقاربة بعضها من بعض (متّسقة)، لذا فهي مضبوطة. في حين أنّ قياسات الطالب (ج): (1.4, 1.5, 1.6, 1.7) cm على الترتيب، فهي قريبة من القيمة المقبولة، ومتّسقة فيما بينها، لذا فهي دقيقة ومضبوطة.

الخطأ المطلق والخطأ النسبي

يُعرّف الخطأ المطلق Absolute Error بأنّه: الفرق المطلق بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية (المقبولة). أي إنّ:

$$\text{الخطأ المطلق} = \text{القيمة المقاسة} - \text{القيمة المقبولة}$$

✓ كلما قلّ الفرق بين القيمة المقاسة والقيمة المقبولة زادت دقة القياس، أي كلما قلّ الخطأ زادت دقة القياس.

أما الخطأ النسبي **Relative Error** فهو: النسبة بين الخطأ المطلق والقيمة الحقيقية (المقبولة). أي إن:

$$\text{الخطأ النسبي} = \frac{\text{الخطأ المطلق}}{\text{القيمة المقبولة}}$$

وللحصول على نسبة مئوية للخطأ نضرب المعادلة السابقة في: 100%، ويُطلق على الناتج اسم الخطأ النسبي المئوي **Percentage Error**. أي إن:

$$\text{الخطأ النسبي المئوي} = \frac{\text{الخطأ المطلق}}{\text{القيمة المقبولة}} \times 100\% = \text{الخطأ النسبي} \times 100\%$$

ولحساب الخطأ المطلق أو الخطأ النسبي لأي عملية قياس فإنه يجب معرفة القيمة المقبولة، أما إذا كانت القيمة المقبولة غير معروفة، فلا بد من تكرار القياسات، ثم حساب المتوسط الحسابي **Mean** لهذه القياسات. ويُحسب المتوسط الحسابي بجمع القياسات جميعها، ثم قسمة الناتج على عدد هذه القياسات، أي إن:

$$\text{المتوسط الحسابي} = \frac{\text{مجموع القياسات}}{\text{عدد القياسات}}$$

يكون المتوسط الحسابي مثلاً للقيمة المقبولة

$$\text{القيمة المقبولة} = \text{المتوسط الحسابي}$$



1- إذا كانت قياساتنا مضبوطة

(كانت الأدوات المستخدمة دقيقة = نتيجة القياس فيها منازل عشرية أكبر)

2- وكانت الإجراءات المتبعة في القياس منضبطة

المثال 13

أراد علي أن يتأكد من أن حجم كمية ماء الشرب الموجودة في إحدى العبوات البلاستيكية تساوي (200 ml)، على نحو ما هو مكتوب عليها. فاستخدم المخبر المدرج، وأفرغ محتويات العبوة في المخبر مباشرة دون الأخذ في الحساب ضيق فوهته، ما أدى إلى انسكاب كمية بسيطة من الماء خارج المخبر، فكان حجم الماء الذي قاسه علي (190 ml). أجب عما يأتي:

1. أحسب كلاً من: الخطأ المطلق، الخطأ النسبي، الخطأ النسبي المئوي في قياس علي.
2. أبين نوع الخطأ الذي وقع فيه علي عندما سكب الماء في المخبر.

2. نوع الخطأ الذي وقع فيه علي كان منتظماً، لأنه لو أعاد قياس حجم الماء مرة بعد مرة، لحصل دائماً على قياس أقل من القيمة المقبولة (200 ml)؛ لأن كمية من الماء قد فقدت في أثناء إفراغ محتوى العبوة في المخبر المدرج.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أوضح المقصود بخطأ القياس، وأوضح علاقته بدقة القياس.

2. **أقارن** بين كل مما يأتي:

أ. الخطأ العشوائي والخطأ المنتظم
ج. الخطأ المطلق والخطأ النسبي

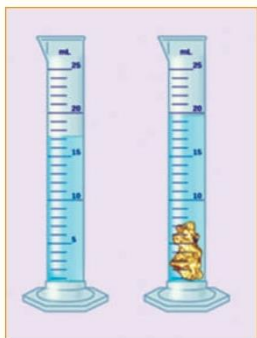
ب. دقة القياس وضبط القياس
د. القيمة الحقيقية والقيمة المقبولة

مراجعة الدرس

3. **أحلّ:** استخدمت سعاد الميزان الإلكتروني لقياس كتلة أسطوانة فلزية بتكرار القياس أربع مرّات، فحصلت على القياسات الآتية: g (194, 197, 196, 193).
- أ. أحسب المتوسط الحسابي لقياسات سعاد.
- ب. إذا كانت القيمة المقبولة لكتلة الأسطوانة تساوي (200 g)، أبين مصادر الأخطاء في قياسات سعاد.

4. **أحسب:** طلب المعلم من خالد استخدام الشريط المتر في قياس طول غرفة الصف، فوجدّه يساوي (8.4 m).
- إذا كانت القيمة المقبولة لطول الغرفة يساوي (8.0 m)، أجد ما يأتي:
- أ. الخطأ المطلق ب. الخطأ النسبي ج. الخطأ النسبي المئوي

مراجعة الدرس



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

- أ. أحسب حجم قطعة الصخر.
ب. إذا كررت شذى قياس حجم قطعة الصخر باستخدام المخبر المدرج. أحدد الخطأ (الأخطاء) التي يمكن أن تقع فيها شذى، وأصنّفها إلى منتظمة وعشوائية.

6. **أَحْلُلْ:** طلب معلم الفيزياء من ثلاثة طلاب (فارس، مؤمن، أدهم) قياس الزمن الدوري لبندول بسيط في أثناء اهتزازة، بقياس زمن خمس دورات متتالية، ثم قسمة الناتج على (5)، على أن يبدأ الطلاب القياس معاً من اللحظة نفسها، والجدول المجاور يبين الأزمان الدورية التي قاسها الطلاب الثلاثة في أربع محاولات متتالية. إذا كانت قياساته القيمة المقبولة للزمن الدوري للبندول تساوي (1.20 s)، أبين أي الطلاب كانت:
- أ. أكبر دقة
ب. أكثر ضبطاً
ج. تدل على أنه وقع في خطأ منتظم
د. غير دقيقة وغير مضبوطة

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

مراجعة الوحدة

1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

1. تُقاس الكتلة في النظام الدولي للوحدات (SI) بوحدة:

- أ . kg ب . A
ج . km د . mol

2. وحدة قياس درجة الحرارة في النظام الدولي للوحدات (SI) هي:

- أ . درجة سلسيوس. ب . درجة مئوية.
ج . درجة فهرنهايت. د . كلفن.

3. أكتب كتلة الإلكترون ($9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$) بوحدة μg على النحو:

- أ . $9.1 \times 10^{-36} \mu\text{g}$
ب . $91.0 \times 10^{-22} \mu\text{g}$
ج . $9.1 \times 10^{-22} \mu\text{g}$
د . $9.1 \times 10^{-25} \mu\text{g}$

4. تُعرّف كمية التحرك بأنها حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته، فما وحدة قياس كمية التحرك في النظام الدولي للوحدات (SI)؟

- أ . $\text{kg} \cdot \text{ms}^{-2}$
ب . $\text{kg} \cdot \text{ms}^{-1}$
ج . $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \text{s}^{-2}$
د . $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \text{s}^{-1}$

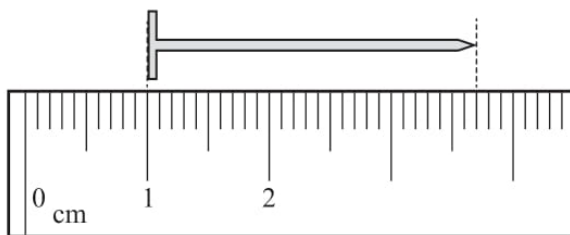
5. عدد الأرقام المعنوية في القياس (00.030740) يساوي:

- أ . 8 أرقام ب . 6 أرقام ج . 5 أرقام د . 4 أرقام

6. عند إجراء ناتج جمع القياسات الآتية ($890.88788 + 890.1234 + 890.019$) والعمل بمقتضى قواعد الأرقام المعنوية، فإن عدد المنازل العشرية في الجواب النهائي يجب أن يكون:

- أ . 6 ب . 5 ج . 4 د . 3

مراجعة الوحدة



7. يبين الشكل جزءاً من مسطرة استخدمت في قياس طول

مسمار. طولُ المسمار بوحدة (cm) يساوي:

أ . 2.70 ب . 3.70

ج. 3.7 د. 2.700

8. من خصائص الأخطاء العشوائية في القياس أنها:

أ. تؤثر في القياسات جميعها بالمقدار نفسه.

ب . يمكنُ التقليلُ منها بتكرار القياساتِ مرّاتٍ عدّة.

ج. عند تكرار القياسات فإن مقدار الخطأ نفسه يتكرر في كل مرة.

د. تأخذُ نمطاً محدّداً عندَ تكرارِ عمليةِ القياسِ تحتَ الظروفِ نفسها.

9. أي مجموعات القياسات الآتية هي الأكثر ضبطًا؟

8.5, 9.5, 10.5, 11.5 . ا

9.0, 10.0, 11.0, 12.0 . ۷

ج. 10.0, 10.5, 11.0, 11.5

10.4, 10.5, 10.6, 10.7 . د

2. **أستعمل الأرقام:** سرعة الضوء في الفراغ 300000 km/s تقريباً، أكتب سرعة الضوء في الفراغ باستخدام

وحدات النظام الدولي للوحدات، ثم أكتبها باستخدام البادئة المناسبة.

مراجعة الوحدة

3. **أحلّ:** أذكر مجالين من مجالات الفيزياء يشتركان فيهما مع:

أ . الكيمياء ب . الأحياء

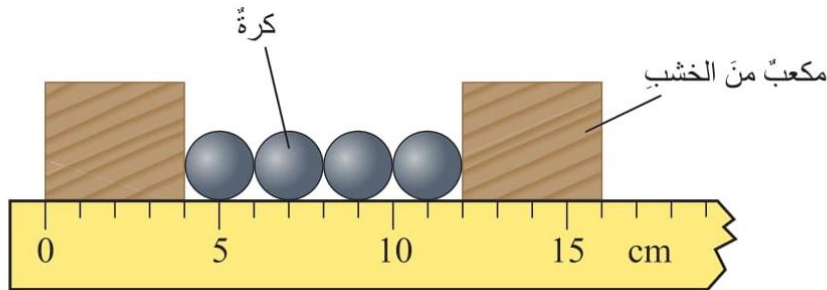
4. **أحلّ:** الكمية A تُقاس بوحدة الكيلو غرام، في حين تُقاس الكمية B بوحدة المتر، فأَيُّ ممّا يأتي قد يكون له معنى

فيزيائيّ (قد توجد أكثر من إجابة):

أ . $A + B$ ب . A/B ج . $A \times B$ د . $A - B$

5. **أحسب:** يبيّن الشكل أربع كرات فولاذية وضعت على مسطرة بين مكعبين من الخشب، فما نصف قطر الكرة

الواحدة ؟



مراجعة الوحدة



بداية الدورة



نهاية الدورة

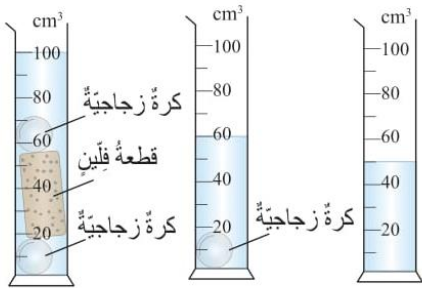
6. **أحلّ:** استُخدمت الساعة المبيّنة في الشكل في حساب الزمن الذي تستغرقه متسابقة لقطع دورة كاملة في سباق للجري. معتمداً على الشكل، أحسب الزمن.

7. **تفكير ناقّد:** صمّمت طالبة التجربة المبيّنة في الشكل لقياس حجم قطعة من الفلين. مستعيناً بالشكل أجيب عما يأتي:

أ. أكتب خطوات متسلسلة توضح الإجراءات التي اتبعتها الطالبة في التجربة لمعرفة حجم القطعة.

ب. ما مقدار حجم قطعة الفلين؟ عبّر عن الإجابة بعدد مناسب من الأرقام المعنوية.

ج. ما سبب استخدام الكرتين؟ لماذا لم تضع الطالبة قطعة الفلين في الماء مباشرة؟



الشكل (3)

الشكل (2)

الشكل (1)

مراجعة الوحدة

8. **تفكير ناقذ:** استخدم خالد القدم ذات الـ 6.4 mm ، في حين استخدم عمر الميكروميتر في قياس سُمك الكتاب نفسه، فوجد يساوي (8.34 mm) ، فإذا علمت أن القيمة المقبولة لسُمك كتاب الفيزياء تساوي (6.2 mm) ، أُجب عما يأتي، مُبرراً إجابتي:

أ. أي أداتي القياس أكثر دقة في القياس؟

ب. أي القياسين أكثر ضبطاً؟

ج. أي القياسين أكثر دقة؟

د. أي الطالبين تعتقد أنه وقع في خطأ منتظم؟

9. **أحل:** في تجربة لقياس تسارع الجاذبية الأرضية، حصلت مجموعتان من الطلاب على القياسات المبينة في الجدول المجاور، حيث كررت المجموعة الأولى التجربة ثلاث مرات، والمجموعة الثانية خمس مرات:

رقم المحاولة	المجموعة الأولى	المجموعة الثانية
1	9.83	9.85
2	9.72	9.81
3	9.76	9.77
4		9.88
5		9.74

أ. أحسب القيمة المقبولة لتسارع الجاذبية للمجموعتين.

ب. أي القيمتين المحسوبتين في (أ) أكثر دقة؟ أبرر إجابتي.

ج. هل وقع أي من المجموعتين في خطأ منتظم؟ أبرر إجابتي.

والله وليّ التوفيق

أ. مهند القرم