سلسلة

الوافي

2023

الفيزياء

كتاب الشرح والتدريبات

الصف 1 الثانوى

أحمد النجار - عيد الرفاعي

لا يجوز بأي صورة من الصور طباعة الكتاب أو بالنقل منه او نسخه أو الاقتباس منه او تحويله رقميا (pdf) او اتاحته عبر شبكة الانترنت بغير إذن كتابي من الناشر أو المؤلف لأنه اعتداء على حقوقهم الفكرية والمادية وبذلوا فيها جهودا وأموالا.

وهذه الحقوق حفظتها الشريعة لأصحابها.

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

قال تعالى : [وَمَا تَوْفِيقِي إِلا بِاللَّهِ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ أُنِيبُ] سورة هود الآية (88)

من خلال خبراتنا بمجال التعليم تلمسنا احتياج كل من :

المعلمين لكتاب شامل وموضوعي يثري معلوماتهم وافي بكل جزء من أجزاء الكتاب المدرسي بمعايير تربوية وعلمية ويتميز بالتدريب المستمر يحتوي على أنماط مختلفة من الأسئلة المتنوعة.

الطلاب لكتاب يأخذ بأيديهم لتحقيق آمالهم في التفوق ويزيل رهبة الثانوية العامة من قلوبهم ويسهل من المذاكرة والتقويم المستمر والحصول على الدرجة النهائية بأيسر الطرق دون تعقيد.

أولياء الأمور لكتاب يعينهم على مساعدة أبنائهم في المذاكرة والتحصيل.

ومن هنا قام فريق إعداد كتاب **الوافي** بوضع كتاب يتميز بالبساطة والسهولة والاستمتاع بالمذاكرة والتي تجعل من مادة الفيزياء مادة جميلة منظمة وشيقة.

الكتاب من جزئين منفصلين ومتكاملين.

وفي هذا الجزء الخاص **بالشرح** تم تقسيم أبواب المنهج إلى دروس لتسهل من المذاكرة.

والله الموفق

المؤلفون

أحمد النجار – عيد الرفاعي

محتويات الكتاب

يشمل

- تقسيم الأبواب إلى دروس صغيرة تسهل من المذاكرة.
- شرح مبسط للدروس.
- أمثلة محلولة.
- أسئلة مجابة.
- تلخيصات.
- تدريبات جزئية بإجابتها النموذجية.
- تطبيقات.
- تعليلات مجابة.
- خرائط ذهنية بسيطة.

لتحقيق الدرجة النهائية مع كتاب الوافي :

- ذاكر الدرس من كتاب الشرح.
- طبق على كل درس من أسئلة كتاب الأسئلة والمسائل.
- اختبر نفسك من الاختبارات الجزئية في كتاب الأسئلة والمسائل.
- اختبر نفسك من اختبارات كتاب الأسئلة والمسائل.

إمسح

سلسلة كتب الوافي

@AlWafi

alwafi

الفهرس

الموضوع	الصفحة
أسس فيزيائية هامة (تراكم معرفي)	6
الباب الأول: الكميات الفيزيائية ووحدات القياس	
الفصل الأول: القياس الفيزيائي.	
الدرس 1 من بداية الفصل إلى ما قبل صيغة الأبعاد	11
اسئلة الدرس 1 من بداية الفصل ما قبل صيغة الأبعاد — الأسئلة 25 — الإجابة 260	
الدرس 2 من صيغة الأبعاد إلى ما قبل أنواع القياس	24
اسئلة الدرس 2 من صيغة الأبعاد ما قبل أنواع القياس — الأسئلة 38 — الإجابة 261	
الدرس 3 من أنواع القياس إلى نهاية الفصل	30
اسئلة الدرس 3 من أنواع القياس ما قبل نهاية الفصل — الأسئلة 50 — الإجابة 263	
الفصل الثاني: الكميات القياسية والكميات المتجهة.	
الدرس 1 من بداية الفصل إلى ما قبل تمثيل الكميات المتجهة	37
اسئلة الدرس 1 من بداية الفصل ما قبل تمثيل الكميات المتجة — الأسئلة 63 — الإجابة 266	
الدرس 2 من تمثيل الكميات المتجهة إلى نهاية الفصل	42
اسئلة الدرس 2 من تمثيل الكميات المتجهة ما قبل نهاية الفصل — الأسئلة 81 — الإجابة 268	
اختبار الباب الأول — الأسئلة 90 — الإجابة 270	

alwafi

الباب الثاني — الحركة الخطية.

الفصل الأول — الحركة في خط مستقيم.

الدرس 1 — من بداية الباب الحركة – السرعة ما قبل العجلة — 52

اسئلة الدرس 1	من الحركة في خط مستقيم ما قبل العجلة	الأسئلة 107	الإجابة 271

الدرس 2 — من العجلة نهاية الفصل — 66

اسئلة الدرس 2	من العجلة إلى نهاية الفصل	الأسئلة 126	الإجابة 272

الفصل الثانى — الحركة بعجلة منتظمة.

الدرس 1 — معادلات الحركة بعجلة منتظمة. — 74

اسئلة الدرس 1	من معادلات الحركة بعجلة منتظمة إلى نهاية الدرس	الأسئلة 147	الإجابة 274

الدرس 2 — تطبيقات على الحركة بعجلة منتظمة. — 83

اسئلة الدرس 2	من تطبيقات على الحركة بعجلة منتظمة إلى نهاية الدرس	الأسئلة 162	الإجابة 277

الدرس 3 — تابع تطبيقات على الحركة بعجلة منتظمة — 89

اسئلة الدرس 3	تابع تطبيقات على الحركة بعجلة منتظمة	الأسئلة 181	الإجابة 279

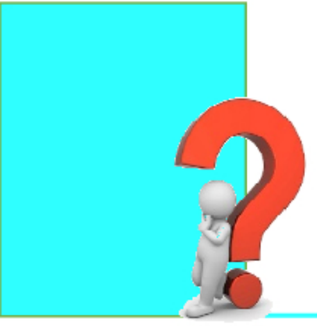
الفصل الثالث — القوة والحركة.

الدرس 1 — قانون نيوتن الأول - قانون نيوتن الثالث — 98

اسئلة الدرس 1	قانون نيوتن الثالث - قانون نيوتن الأول	الأسئلة 203	الإجابة 282

اختبار	الباب الثاني	الأسئلة 213	الإجابة 284

اختبارات	نماذج على المنهج كامل نظام حديث	الأسئلة 216	الإجابة 284



أساسيات فيزيائية هامة

① تحويل الكسور والمضاعفات إلى الوحدات الدولية

1 التحويلات الصغيرة

- سنتي (centi) $\xleftarrow{\times 10^{-2}}$ الوحدة
- مللي الوحدة (m) $\xleftarrow{\times 10^{-3}}$ الوحدة
- ميكرو الوحدة (μ) $\xleftarrow{\times 10^{-6}}$ الوحدة
- نانو الوحدة (n) $\xleftarrow{\times 10^{-9}}$ الوحدة
- بيكو الوحدة (p) $\xleftarrow{\times 10^{-12}}$ الوحدة
- فيمتو الوحدة (f) $\xleftarrow{\times 10^{-15}}$ الوحدة

2 التحويلات الكبيرة

- كيلو الوحدة (K) $\xleftarrow{\times 10^{3}}$ الوحدة
- ميجا الوحدة (M) $\xleftarrow{\times 10^{6}}$ الوحدة
- جيجا الوحدة (G) $\xleftarrow{\times 10^{9}}$ الوحدة
- تيرا الوحدة (T) $\xleftarrow{\times 10^{12}}$ الوحدة

② تحويل المساحات والحجوم إلى الوحدات الدولية

1 المساحات

- سم^2 (cm^2) $\xleftarrow{\times 10^{-4}}$ م^2
- مم^2 (mm^2) $\xleftarrow{\times 10^{-6}}$ م^2

2 الحجوم

- سم^3 (cm^3) $\xleftarrow{\times 10^{-6}}$ م^3
- مم^3 (mm^3) $\xleftarrow{\times 10^{-9}}$ م^3
- اللتر (Litter) $\xleftarrow{\times 10^{-3}}$ م^3

③ تحويل الكتل والازمنة إلى الوحدات الدولية

1 الكتل

- جرام (g) $\xleftarrow{\times 10^{-3}}$ كجم (Kg)
- مللي جرام (mg) $\xleftarrow{\times 10^{-6}}$ كجم (Kg)

2 الزمن

- ساعة (h) $\xleftarrow{\times 60}$ دقيقة (min)
- الدقيقة (min) $\xleftarrow{\times 60}$ ثانية (s)
- ساعة (h) $\xleftarrow{\times 60 \times 60}$ ثانية (s)

- كم/ س (Km/h) $\xleftarrow{\times \frac{5}{18}}$ م/ث (m/s)
- أنجستروم الوحدة (Å) $\xleftarrow{\times 10^{-10}}$ الوحدة

④ محيطات ومساحات وحجوم بعض الأشكال الهندسية

- **محيط المربع** $= 4\ell$
- **مساحة المربع** $= \ell^2$
- **حجم المكعب** $= \ell^3$
- **مساحة وجه المكعب** $= \ell^2$
- **مساحة سطح المكعب** $= 6\ell^2$
- **محيط المستطيل** $= 2\times$ (الطول + العرض)
- **مساحة المستطيل** = الطول× العرض
- **حجم متوازي المستطيلات** =

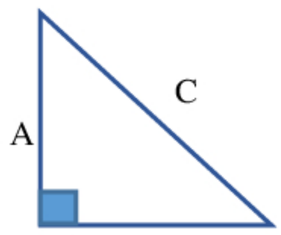
مساحة القاعدة × الارتفاع

أو الطول × العرض × الارتفاع

- **محيط الدائرة** $= 2\pi r$
- **مساحة الدائرة** $= \pi r^2$
- **حجم الكرة** $= \frac{4}{3}\pi r^3$
- **مساحة سطح الكرة** $= 4\pi r^2$
- **حجم الأسطوانة** $= \pi r^2 h = Ah$
- **مساحة قاعدة الأسطوانة** $= \pi r^2$

⑤ قوانين هامة تستخدم في حل المسائل

- **نظرية فيثاغورث:**



إذا كان لدينا مثلث قائم الزاوية والضلعين القائمين هما (A , B), والضلع (C) الوتر فيكون :

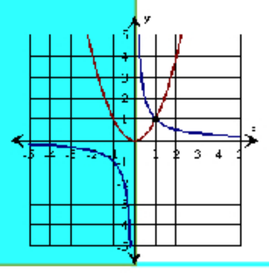
$$C = \sqrt{A^2 + B^2}$$

- **الدوال المثلثية:**

$$\tan\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} \quad ، \quad \cos\theta = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} \quad ، \quad \sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$

لمتابعتنا على الفيس بوك انضم إلى جروبات

- سلسلة الوافي في الفيزياء
- سلسلة كتب الوافي



الرسم البياني Graph

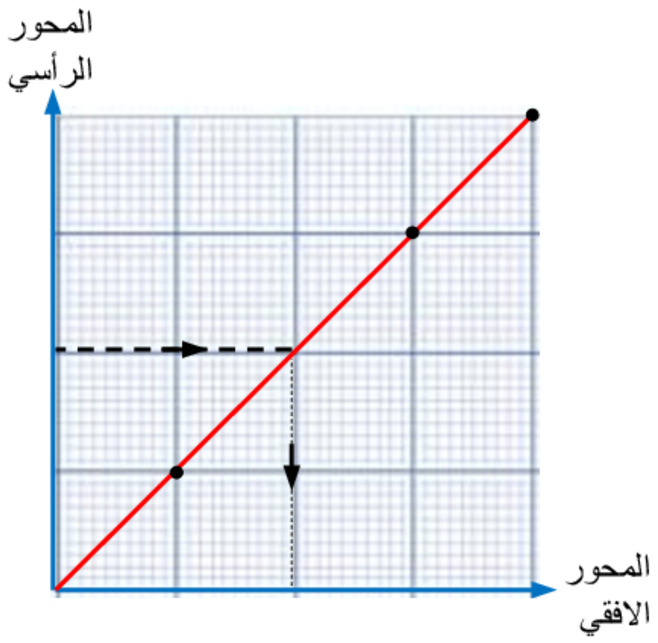
كيفية حل مسائل الرسم البياني

1. اقرأ السطور أسفل الجدول لتعرف أي الكميات الفيزيائية مطلوب رسمها على المحور الأفقي وأيهما على المحور الرأسي.
2. انظر إلى الوحدات والأرقام المكتوبة بجوار كل كمية فيزيائية في الجدول وانقلها إلى محاور الرسم البياني كما هي.
3. انظر إلى ارقام الكميات الفيزيائية في الجدول لتحديد مقياس الرسم المناسب.

المحور الرأسي							
المحور الافقي							

- **أبسط طريقة لتحديد مقياس الرسم المناسب غالباً:** اطرح كل رقمين متتاليين في الجدول لكل محور على حده الأفقي والراسي والرقم الذي يتكرر يكون هو مقياس الرسم المناسب على المحور

4. ضع نقاط الرسم البياني من الجدول على الرسم البياني.
5. صل بين النقاط لترسم الخط البياني.



- **أحصل على القيم المجهولة في الجدول من الرسم البياني:**

بإيجاد احداثيات النقطتين عند نقطة التلاقي علي المنحنى كما بالشكل

المحور الرأسي		a					
المحور الافقي					b		

6. إذا طلب منك حساب كمية فيزيائية غير موجودة في الجدول إذن لابد انها تحسب من الميل:

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

رياضياً

$$\text{Slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \text{number}$$

فيزيائياً (من العلاقات الرياضية)

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

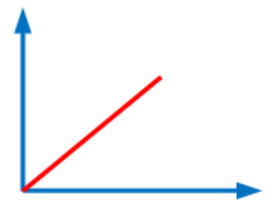
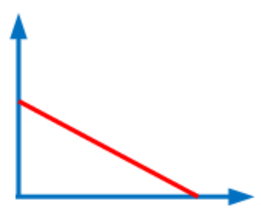
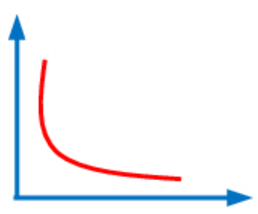
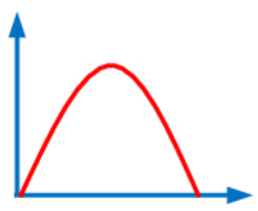
فمثلا: العلاقة الرياضية الفيزيائية: $v = \upsilon \, . \, \lambda$

والميل هو: $$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta \lambda} = \upsilon$$

ثم اوجد الكمية الفيزيائية المطلوبة

7. نساوي الميل الفيزيائي بالميل الرياضي

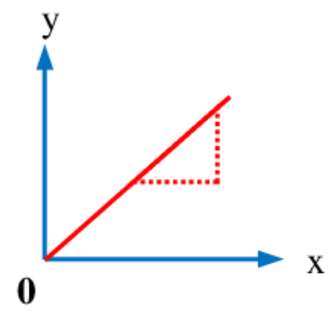
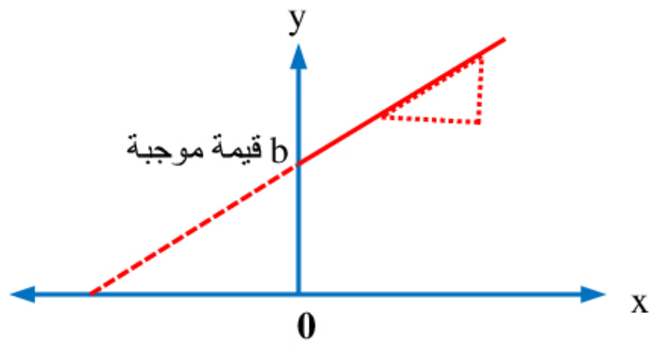
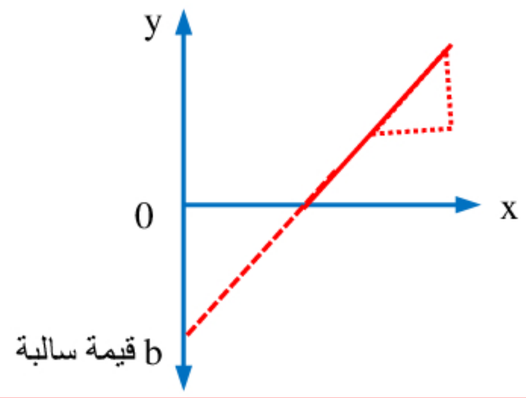
علاقة التناسب بين كميتين ممثلين علي محوري X , Y قد تكون :

علاقة طردية	علاقة تناقصية	علاقة عكسية	علاقة جيبيه	علاقة ثابته
				

❶ العلاقات الطردية

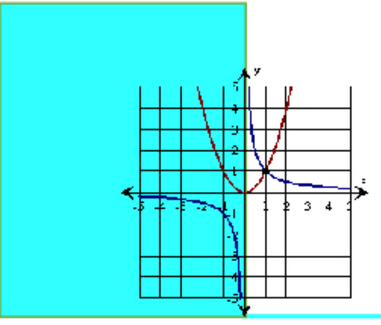
المعادلة: $y = a\,x + b$ (حيث a ثابت يسمي ميل المستقيم)

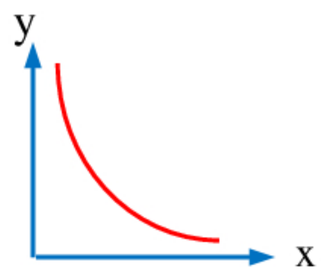
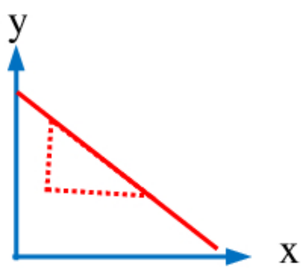
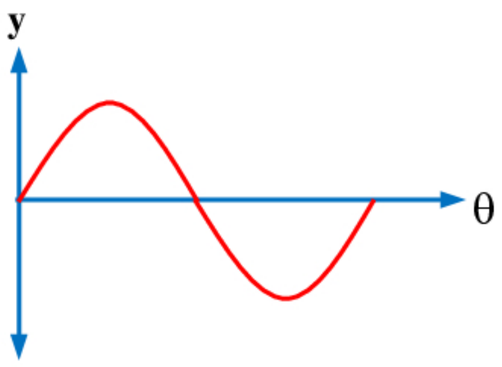
b ثابت هو الجزء المقطوع من المحور الرأسي عندما : $x = 0$

عندما تكون b = 0 فإن	عندما تكون b موجبة فإن	عندما تكون b سالبة فإن
$y = a\,x$	$y = a\,x + b$	$y = a\,x - b$
		
نلاحظ أن: y تتناسب طردياً مع x عندما $x = 0$ ، فإن $y = 0$ عند زيادة x تزداد y بنفس النسبة	**نلاحظ أن:** y تزداد بزيادة x عندما $x = 0$ ، فإن $y \neq 0$ حيث y = قيمة موجبة (b) عند زيادة x تزداد y ولكن ليس بنفس النسبة.	**نلاحظ أن:** y تتناسب طردياً مع x عندما $x = 0$ ، فإن $y \neq 0$ حيث y = قيمة سالبة (b) عند زيادة x تزداد y ولكن ليس بنفس النسبة.

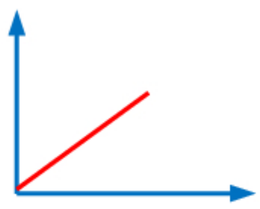
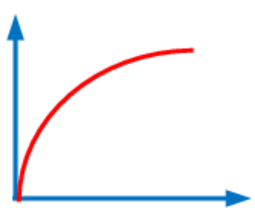
ما يساويه الميل في الحالات الثلاثة

ميل المستقيم $(\text{slope}) = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ ∴ **الميل** = قيمة الثابت (a)

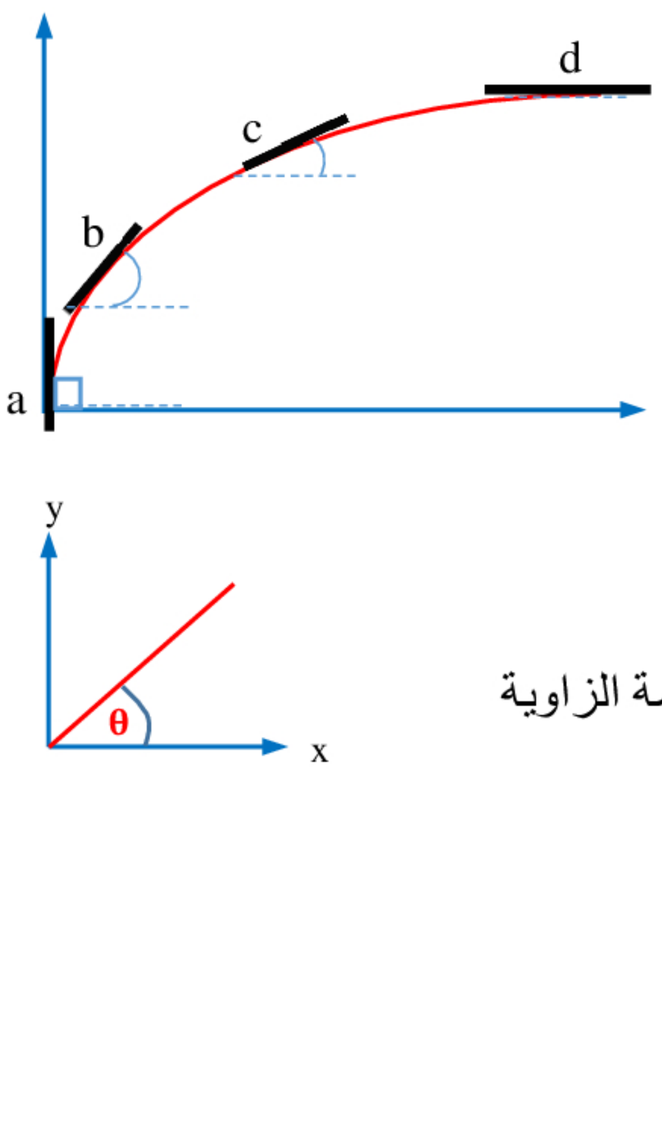


❷ العلاقات العكسية		❸ دالة الجيب
المعادلة: $x.y = c$ **حيث:** x ، y متغيرين c ثابت	**المعادلة:** $y + ax = c$ **حيث:** x ، y متغيرين , c ثابت	**المعادلة:** $y = \sin\theta$ **حيث:** θ ، y متغيرين
		
يمكن حساب الميل بأخذ مستقيم مماس لنقطة معينة المراد حساب الميل عندها وايجاد الميل له . **لاحظ أن:** الميل سالب القيمة	الميل $= \frac{\Delta y}{\Delta x}$ (slope) **لاحظ أن:** الميل سالب القيمة	

أشكال حالات الميل

			
الميل = صفر	**الميل = قيمة ثابتة**	**الميل = متغير لكل نقطة** **ويساوي ميل المماس لكل نقطة**	**الميل = قيمة عظمي**

حساب الميل للمنحني الجيبي من نقطة لأخرى بتغيير ميل المماس



النقطة	ميل المماس
عند النقطة (a)	**الميل =** قيمة عظمي موجبة لأن المماس يصنع زاوية قائمة مع المحور الأفقي.
عند النقطة (b)	**الميل =** أقل من النقطة (a) لنقص الزاوية بين المماس والمحور الأفقي. وقيمته موجبة
عند النقطة (c)	**الميل =** أقل من النقطة (b) لنقص الزاوية بين المماس والمحور الأفقي.
عند النقطة (d)	**الميل =** صفر للأن الزاوية بين المماس والمحور الأفقي صفر.

الميل: هو ميل الخط المستقيم على الافقي، وهناك تناسب طردي بين قيمة الميل وقيمة الزاوية

حيث: (الميل $= \tan\theta$)

الكميات الفيزيائية الواردة والمستخدمة في المنهج ورموزها ووحدات قياسها وصيغة أبعادها

الكمية الفيزيائية	الرمز	وحدة القياس		صيغة الأبعاد
الطول	L	متر	m	L
المسافة	s	متر	m	L
الإزاحة	d	متر	m	L
نصف القطر	r	متر	m	L
الزمن	t	ثانية	s	T
الكتلة	m	كجم	Kg	M
الزمن الدوري	T	ثانية	s	T
المساحة	A	متر^2	m^2	L^2
الحجم	V_{ol}	م^3	m^3	L^3
شدة التيار الكهربي	I	امبير	A	-
درجة الحرارة المطلقة	T	كلفن	K	-
كمية المادة	n	مول	mol	-
شدة الاضاءة	I_v	كانديلا	cd	-
الزاوية المسطحة	θ (ثيتا)	راديان	Radian	-
الزاوية المجسمة	-	استرديان	Steradian	-
الكثافة	ρ (رؤ)	كجم/م^3	Kg/m^3	$M.L^{-3}$
السرعة والسرعة اللحظية	v	م/ث	m/s	$L.T^{-1}$
السرعة المتوسطة	$\overline{V}$	م/ث	m/s	$L.T^{-1}$
العجلة	a	م/ث^2	m/s^2	$L.T^{-2}$
عجلة الجاذبية	g	م/ث^2	m/s^2	$L.T^{-2}$
القوة	F	نيوتن	$Kg.\ m/s^2$ أو N	$M.L.T^{-2}$
الوزن	W	نيوتن	$Kg.\ m/s^2$ أو N	$M.L.T^{-2}$

الباب الأول

القياس الفيزيائي

الفصل الأول: القياس الفيزيائي.

- الدرس 1: من بداية الفصل إلى ما قبل صيغة الأبعاد
- الدرس 2: من صيغة الأبعاد إلى ما قبل أنواع القياس
- الدرس 3: من أنواع القياس إلى نهاية الفصل

الفصل الثانى: الكميات القياسية والكميات المتجهة.

- الدرس 1: من بداية الفصل إلى ما قبل تمثيل الكميات المتجهة
- الدرس 2: من تمثيل الكميات المتجهة إلى نهاية الفصل

أهداف الباب الأول

بعد دراسة هذا الباب يجب أن يكون الطالب قادراً على أن :

- يحدد الكميات الفيزيائية الأساسية في النظام الدولي ووحدات قياسها.
- يسمي أدوات قياس الطول والكتلة والزمن.
- يستنتج وحدات النظام الدولي لكميات فيزيائية مشتقة.
- يستنتج صيغة أبعاد الكميات الفيزيائية.
- يستخدم صيغة الأبعاد في إثبات صحة القوانين.
- يتعرف كيفية حساب الخطأ في القياس.
- يقارن بين الكمية القياسية والكمية المتجهة.
- يتعرف مصادر الخطأ في القياس.
- يتعرف الضرب القياسي للكميات المتجهة.
- يتعرف الضرب الاتجاهي للكميات المتجهة.

القياس الفيزيائي Physical Measurement

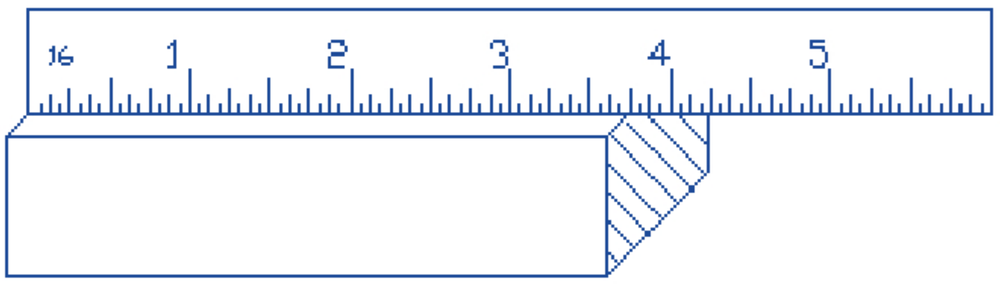
مقدمة

– تمكننا عمليات القياس من تحويل مشاهدتنا اليومية إلى مقادير كمية يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام. فمثلا وصف درجة حرارة شخص بأنها مرتفعة غير دقيق علميا والأفضل القول بأن درجة حرارة شخص ما 37^oC

– وبذلك يمكن تعريف عملية القياس كالتالي:

عملية القياس

هي عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها (تسمى وحدة القياس) لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.



أهمية القياس

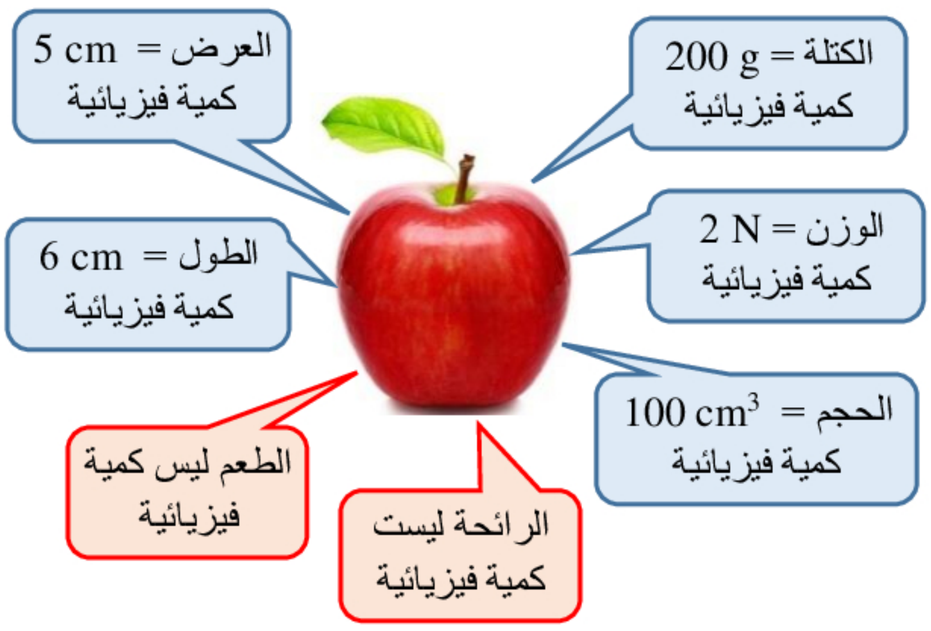
◈ تحول مشاهدتنا إلى مقادير كمية يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام. مثل شخص درجة حرارته مرتفعة (تعبير غير دقيق)، شخص درجة حرارته 40^oC (تعبير دقيق)

بعض أمثلة الكميات الفيزيائية

◈ كل ما يمكن قياسه يطلق عليه كمية فيزيائية

مثل الطول – الوزن – ضغط الدم – معدل دقات القلب – درجة الحرارة – الكتلة – الزمن – الطول – الحجم

أما الرائحة والطعم ليست كميات فيزيائية وليس لها وحدات قياس.



العناصر الرئيسية للقياس

1. **الكميات الفيزيائية المراد قياسها** (كقياس طول منضدة) (كقياس كتلة شيء).
2. **أدوات القياس اللازمة** (كالمتر الشريطي) (الميزان المعتاد) .
3. **وحدات القياس المستخدمة (الوحدات المعيارية)** (كالمتر) (كالكيلوجرام).

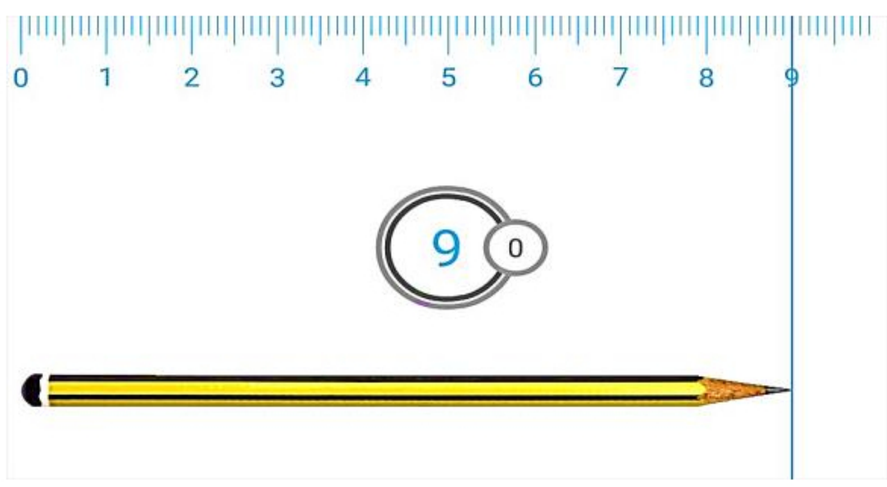
الدرس ①

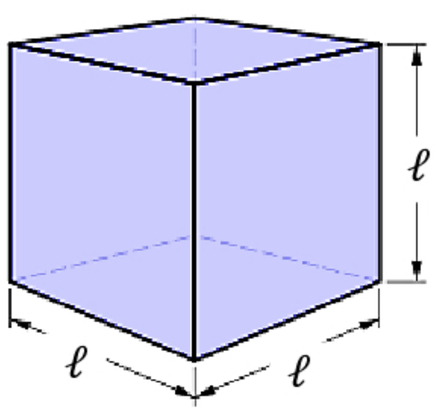
أولاً الكميات الفيزيائية المراد قياسها

– نتعامل يومياً مع كميات مثل الطول والكتلة والزمن والوزن والحجم وغيرها وهذه الكميات تسمى **الكميات الفيزيائية** وتصنف إلى قسمين هما:

1 كميات فيزيائية أساسية	2 كميات فيزيائية مشتقة
التعريف	
– هي الكميات الفيزيائية التي لا تعرف (لا يمكن استنتاج إحداها) بدلالة كميات فيزيائية أخرى.	– هي كميات فيزيائية تعرف (يمكن اشتقاقها) بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية
أمثلة	
الطول – الكتلة - الزمن – درجة الحرارة – شدة التيار الكهربي – شدة الإضاءة – كمية المادة.	السرعة – العجلة – الحجم – الشغل - القدرة – الطاقة – القوة المساحة – الكثافة.
تطبية	
– طول القلم الرصاص = 9 cm ، كمية فيزيائية أساسية **لأنها** لا تحتاج لكمية فيزيائية أخرى تُعرف بدلالتها.	– حجم المكعب = الطول × نفسه × نفسه = $\ell \times \ell \times \ell$ فعندما يكون طول الضلع =2 سم ، فيصبح الحجم $2\times2\times2 = 8\ cm^3$ ، وبالتالي حجم المكعب كمية فيزيائية مشتقة **لأنه** يُعرف بدلالة أطوال أبعاده الثلاثة أي أن الحجم مشتق من الطول (ℓ).

إمسح





تكامل الفيزياء مع الرياضيات :

– تمثل الكميات الفيزيائية وعلاقتها ببعضها البعض **بالمعادلات الرياضية**

فمثلا: القوة = الكتلة × العجلة **أو** $F = ma$ وتسمى هذه العلاقة **(المعادلة الرياضية الفيزيائية)** وهي صورة مختصرة لتوصيف فيزيائي ذي مدلول معين وهو ما نسميه **(المعنى الفيزيائي).**

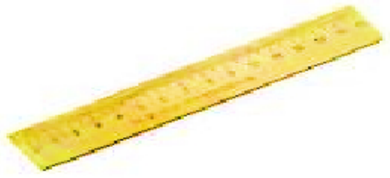
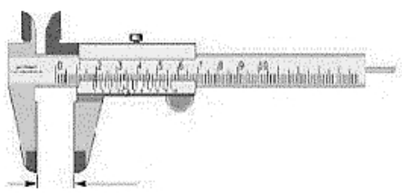
ثانياً أدوات القياس

- قديماً اتخذ الإنسان من أجزاء جسمه ومن الظواهر الطبيعية وسائل للقياس.

مثل مقياس للطول: الذراع – كف اليد. **مقياس للزمن:** شروق وغروب الشمس – دورة القمر.

- وبمرور الوقت نشأت وتعددت أدوات القياس خصوصا بعد التطور الصناعي الهائل الذى أعقب الحرب العالمية الثانية ، وبذلك ساعدت الإنسان على وصف الظواهر بدقة والتوصل إلى حقائق الأشياء.

◈ بعض أدوات القياس قديما وحديثاً:

مقياس للطول	  الشريط المتري – المسطرة – القدمة ذات الورنية – الميكروميتر
مقياس للكتلة	الميزان الروماني – الميزان ذو الكفتين – الميزان ذو الكفة الواحدة – الميزان الرقمي
مقياس للزمن	ساعة رملية – ساعة البندول – ساعة الإيقاف – ساعة رقمية

فكر وجاوب

اختر:

١ الأداة المناسبة لقياس طول باب الفصل هي .....

أ المتر الشريطي ب القدمة ذات الورنية حـ الميكروميتر ء المسطرة

٢ الأداة المناسبة لقياس سمك قلم رصاص هي .....

أ المتر الشريطي ب القدمة ذات الورنية حـ الميكروميتر ء المسطرة

٣ الأداة المناسبة لقياس سمك ورقة رقيقة هي .....

أ المتر الشريطي ب القدمة ذات الورنية حـ الميكروميتر ء المسطرة

ثالثاً وحدات القياس

لتعميق المعرفة
انظر بنك المعرفة المصري

➢ تتحدد أي كمية طبيعية بعاملين اثنين هما (العدد والوحدة) أي أنه لا يمكن ذكر أعداد أو أرقام مجردة دون تحديد الوحدة التي تقاس بها تلك الكمية. أي مقدار بدون وحدة قياس ليس له معني.

فمثلا: ◈ **لا تقول كتلة جسم = 5** (بدون وحدة قياس لأنها تصبح بدون معنى).

◈ **بل تقول كتلة جسم = 5 كجم** (بدلالة وحدة القياس لأنها تصبح لها معنى).

➢ حيث لا تكفي الأرقام للتعبير عن الكميات الفيزيائية **لأن** أي مقدار بدون وحدة قياس (تمييز) ليس له معنى لذلك لابد من وحدات القياس للتعبير الكامل عن الكميات الفيزيائية.

➢ **الجدول التالي يوضح الأنظمة التي تحدد الكميات الفيزيائية الأساسية ووحدات قياسها**

الكمية الأساسية	النظام الفرنسي (جاوس) (C.G.S)	النظام البريطاني (F.P.S)	النظام المتري (M.K.S)
الطول	السنتيمتر (cm)	القدم (1 foot = 30.48 cm)	المتر (m)
الكتلة	الجرام (g)	الباوند (1 pound = 453g)	الكيلوجرام (kg)
الزمن	الثانية (s)	الثانية (s)	الثانية (s)

النظام الدولي للوحدات (النظام المتري المعاصر) (SI) International System of Units

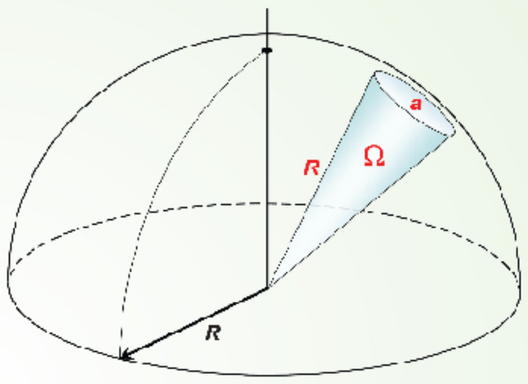
➢ **اتفق العلماء على تسعة كميات أساسية في النظام الدولي وهم :**

	الكمية الفيزيائية	الوحدة في النظام الدولي		الكمية الفيزيائية	الوحدة في النظام الدولي
1	شدة التيار الكهربي (I)	أمبير (A)	6	شدة الإضاءة (I_v)	كانديلا (cd)
2	الطول (ℓ)	المتر (m)	7	الكتلة (m)	كجم (Kg)
3	درجة الحرارة المطلقة (T)	كلفن (K)	8	الزاوية المسطحة θ	راديان (Radian)
4	كمية المادة (n)	مول (mol)	9	الزاوية المجسمة	استرديان (Steradian)
5	الزمن (t)	ثانية (s)			

➢ ويمكن تحويل جميع وحدات الأنظمة الأخرى إلى **النظام الدولي (SI)**

لتعميق المعرفة
انظر بنك المعرفة المصري

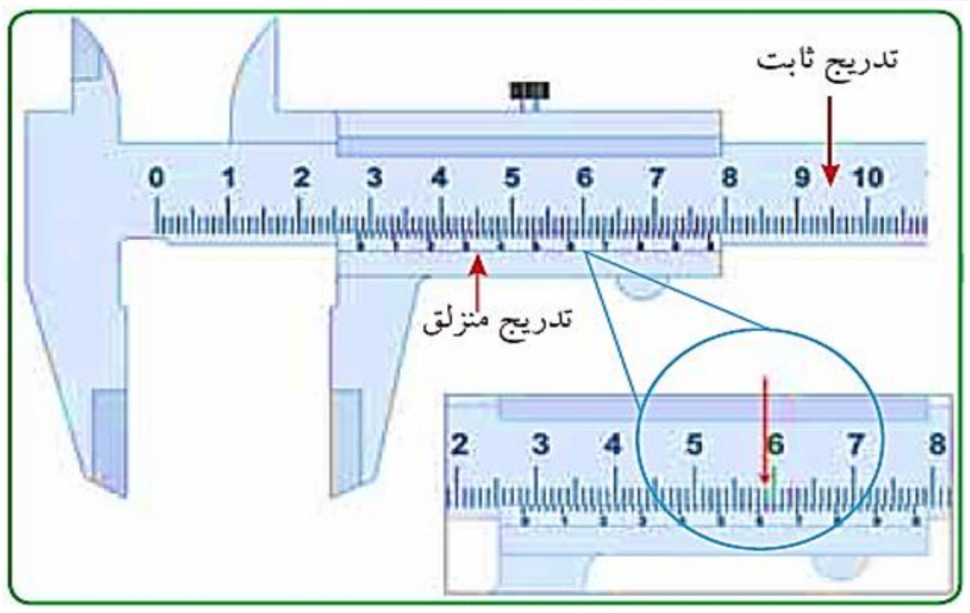
معلومة إثرائية



الزاوية المجسمة هي زاوية في الفضاء الثلاثي الأبعاد، تقيس الحجم الظاهري لجسم من قبل مراقب من نقطة معينة في الفضاء. فجسم فراغي صغير قريب قد يبدو بحجم جسم كبير بعيد من الناظر.

ويمكن تعريفها بالزاوية التي تقابل مساحة $1\ m^2$ من كرة نصف قطرها 1m

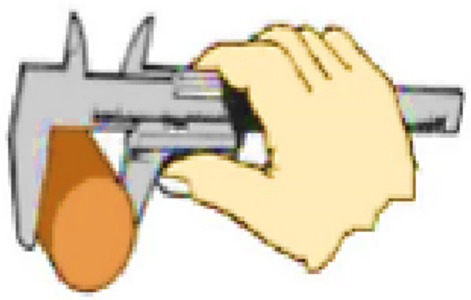
تجربة ① لقياس الطول باستخدام القدمة ذات الورنية:



➢ **التركيب:** تتكون القدمة ذات الورنية من تدريج منزلق يتحرك بمحاذاة تدريج آخر ثابت ويقسم تدريج الورنية إلي عدة أقسام قيمة كل قسم أصغر قليلا من قيمة القسم الثابت.

ملحوظة : القسم الواحد علي التدريج الثابت يساوي 1mm بينما القسم الواحد علي تدريج المنزلق 0.9mm وبالتالي فان القسم علي التدريج المنزلق يقل عن الثابت 0.1mm

➢ **طريقة القياس:**



❶ يوضع الجسم بين فكي القدمة ويضغط عليها ضغطا خفيفا.

❷ نقرأ التدريج الرئيسي الذي يسبق صفر الورنية وليكن 28mm

❸ نبحث عن الخط بالورنية الذي ينطبق علي خط من خطوط التدريج الثابت وليكن الخط السادس ، وحيث أن الخط الواحد يساوي 0.1 نضيف للقراءة السابقة $(6\times0.1=0.6\ mm)$

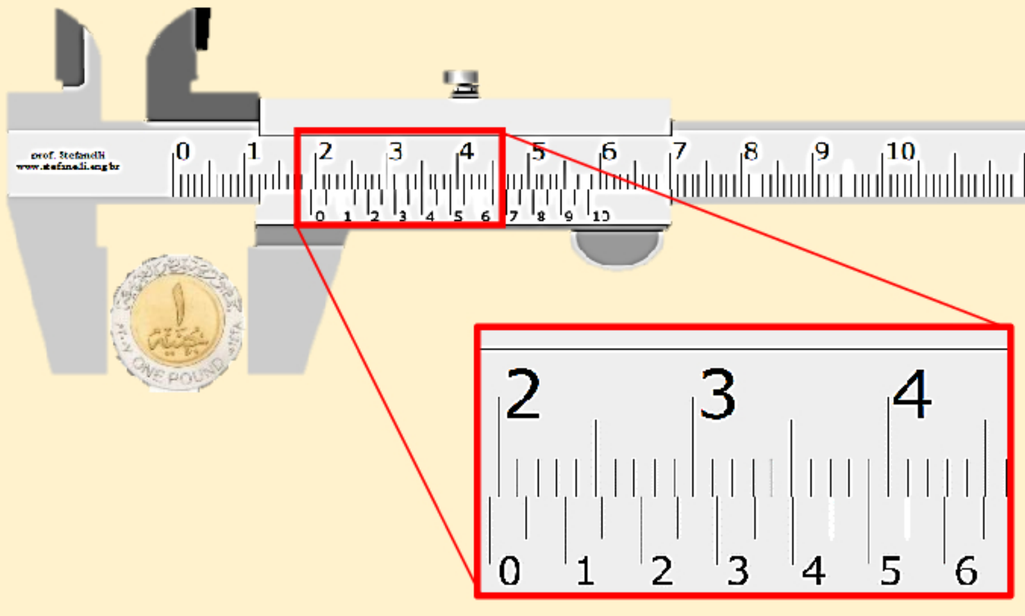
ويكون الطول المقاس 28.6 mm

فكر وجاوب

اختر:

من الشكل المقابل

قراءة القدمة ذات الورنية لقطر العملة .....



ⓐ 19 mm ⓑ 19.5 mm ⓒ 20 mm ⓓ 20.5 mm

الدرس ①

مضاعفات وكسور الوحدات في النظام العالمي

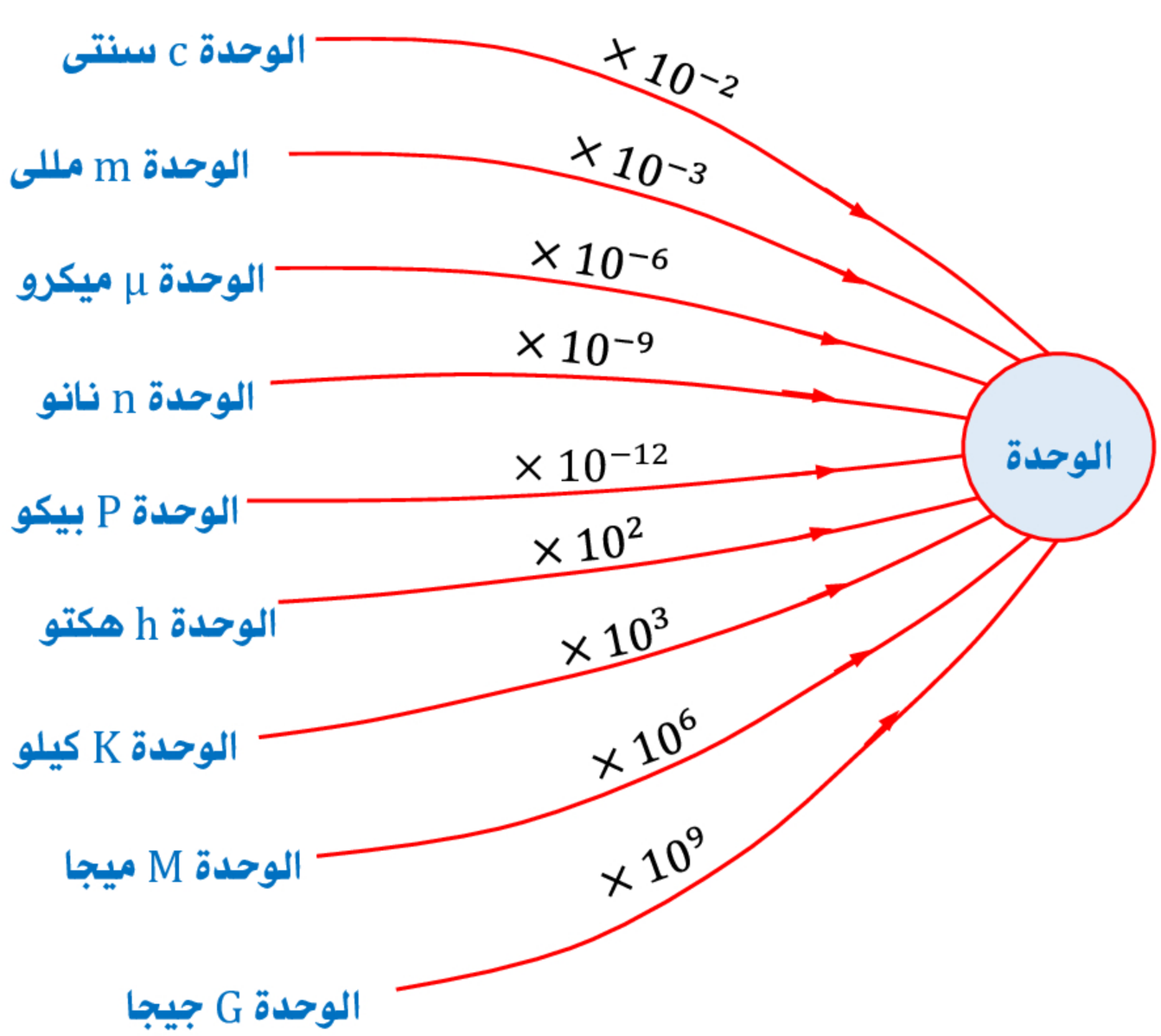
➢ يفضل التعبير عن الأرقام الكبيرة جداً والصغيرة جداً باستخدام الرقم 10 مرفوعاً لأس معين وتسمى هذه الطريقة في التعبير عن الكميات الفيزيائية بالصيغة المعيارية لكتابة الأعداد. **فمثلاً:**

إذا كانت المسافة بين النجوم كبيرة جداً ، تقدر بحوالي 100,000,000,000,000,000 m ، نظراً لصعوبة قراءة هذه الأرقام فيفضل أن تكتب بالصيغة المعيارية لكتابة الأعداد $= 1 \times 10^{17}$ m

➢ **وإذا كانت المسافة بين ذرات الجوامد صغيرة جداً** تقدر بحوالي 0.000000001 m ، نظراً لصعوبة قراءة هذه الأرقام فيفضل أن تكتب بالصيغة المعيارية لكتابة الأعداد $= 1 \times 10^{-9}$ m

الصيغة المعيارية لكتابة الأعداد: هي صورة يتم بها التعبير عن الكميات العددية الكبيرة جداً والصغيرة جداً بطريقة مختصرة باستخدام الرقم 10 مرفوعاً لأس معين.

◈ **يسمي المعامل $10^{\pm x}$ بأسماء محددة اتفق العلماء عليها وهي:**



تذكر أن

في حالة الضرب (يتم جمع الأسس)

$10^7 \times 10^2 = 10^{7+2} = 10^9$

في حالة القسمة (يتم طرح الأسس)

$\frac{10^7}{10^2} = 10^{7-2} = 10^5$

الرمز	المسمى	المعامل
c	centi	10^{-2}
m	milli	10^{-3}
μ	micro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	peco	10^{-12}
h	hecto	10^{2}
K	Kilo	10^{3}
M	Mega	10^{6}
G	Giga	10^{9}
T	Tera	10^{12}

لاحظ أن

في حالة العودة نعكس إشارة الأس

لاحظ أن

الساعة = 60 دقيقة

الدقيقة = 60 ثانية

الساعة = 3600 ثانية

لاحظ أن

الأنجستروم $(\mathring{A}) = 10^{-10}$ متر.

اللتر $= 10^{-3}$ متر$^3 = 10^3$ سم^3

الطن $= 10^3$ كجم.

أمثلة للتحويل

أولاً من الأصغر للأكبر

مثال 1

قلم طوله 9cm أوجد طوله بوحدات : ❶ متر (m) ❷ كيلومتر (Km)

لاحظ أن

في حالة القســـمة على 10^{x}
هي نفسها الضرب في 10^{-x}

الإجابة

❶ $9\ cm = 9 \times 10^{-2} m$

❷ $9\ cm = 9 \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 9 \times 10^{-5} Km$

مثال 2

خزان يبلغ حجم الماء فيه $2m^3$ اوجد حجم الماء بالوحدات التالية.

❶ Km^3 ❷ Mm^3 ❸ Gm^3 ❹ hm^3

الإجابة

❶ بوحدة km^3

من الأصغر إلى الأكبر بالقسمة (أو بالضرب مع تغير إشارة الأس للسالب) (لاحظ أن km يساوي 10^3 m)

∴ حجم الماء في الخزان $= 2 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-9}\ km^3$

❷ بوحدة Mm^3

من الأصغر إلى الأكبر بالقسمة (أو بالضرب مع تغير إشارة الأس للسالب) (لاحظ أن Mm يساوي 10^6 m)

∴ حجم الماء في الخزان $= 2 \times 10^{-6} \times 10^{-6} \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-18}\ Mm^3$

❸ بوحدة Gm^3

من الأصغر إلى الأكبر بالقسمة (أو بالضرب مع تغير إشارة الأس للسالب) (لاحظ أن Gm يساوي 10^9 m)

∴حجم الماء في الخزان $= 2 \times 10^{-9} \times 10^{-9} \times 10^{-9} = 2 \times 10^{-27}\ Gm^3$

❹ بوحدة hm^3

من الأصغر إلى الأكبر بالقسمة (أو بالضرب مع تغير الإشارة للسالب) (لاحظ أن hm يساوي 10^2 m)

∴حجم الماء في الخزان $= 2 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-6}\ hm^3$

ثانياً من الأكبر للأصغر

مثال 3

جبل ارتفاعه 9 Km أوجد ارتفاعه بوحدات: ❶ متر (m) ❷ سنتيمتر (cm) ❷ ملليمتر (mm)

الإجابة

❶ $9\ \text{Km} = \mathbf{9 \times 10^3 m}$

❷ $9\ \text{Km} = 9 \times 10^3 \times 10^2 = \mathbf{9 \times 10^5\ cm}$

❸ $9\ \text{Km} = 9 \times 10^3 \times 10^3 = \mathbf{9 \times 10^6\ mm}$

مثال 4

خزان يبلغ حجم الماء فيه $2m^3$ اوجد حجم الماء بوحدات .

❶ cm^3 ❷ mm^3 ❸ μm^3 ❹ nm^3

الإجابة

❶ **بوحدة cm^3**

من أكبر إلى أقل بالضرب (لاحظ أن m يساوي 10^2 cm)

∴ حجم الماء في الخزان $= 2 \times 10^2 \times 10^2 \times 10^2 = \mathbf{2\times10^6\ cm^3}$

❷ **بوحدة mm^3**

من أكبر إلى أقل بالضرب (لاحظ أن m يساوي 10^3 mm)

∴حجم الماء في الخزان $= 2 \times 10^3 \times 10^3 \times 10^3 = \mathbf{2\times10^9\ mm^3}$

❸ **بوحدة μm^3**

من أكبر إلى أقل بالضرب (لاحظ أن m يساوي 10^6 μm)

∴حجم الماء في الخزان $= 2 \times 10^6 \times 10^6 \times 10^6 = \mathbf{2\times10^{18}\ \mu m^3}$

❹ **بوحدة nm^3**

من أكبر إلى أقل بالضرب (لاحظ أن m يساوي 10^9 nm)

∴حجم الماء في الخزان $= 2 \times 10^9 \times 10^9 \times 10^9 = \mathbf{2\times10^{27}\ mm^3}$

مثال 5

تيار كهربائي شدته 7 مللي أمبير (7mA) عبر عن شدة التيار بوحدة الميكرو أمبير (μA)

الإجابة

$7\text{mA} = \mathbf{7 \times 10^3\ \mu A}$

$\times 10^{-3}$ A $\times 10^{6}$

مثال 6

إذا كان مساحة قطعة أرض $1200\ Km^2$ فكم تكون مساحتها بوحدات : ❶ (μm^2) ❷ (cm^2) ❸ (nm^2)

الإجابة

يمكن كتابة العدد 1200 بالطريقة المعيارية لكتابة الأعداد بـ (12×10^2)

❶ $12 \times 10^2\ Km^2 = 12 \times 10^{20}\ \mu m^2$

$\times 10^3 \times 10^3$ ، m^2 ، $\times 10^6 \times 10^6$

❷ $12 \times 10^2\ Km^2 = 12 \times 10^{12}\ cm^2$

$\times 10^3 \times 10^3$ ، m^2 ، $\times 10^2 \times 10^2$

❸ $12 \times 10^2\ Km^2 = 12 \times 10^{26}\ nm^2$

$\times 10^3 \times 10^3$ ، m^2 ، $\times 10^9 \times 10^9$

مثال 7

سيارة سرعتها $90\ Km/h$ عبر عنها بوحدات : ❶ (m/s) ❷ (m/min) ❸ (cm/s)

الإجابة

❶ $90\ \frac{Km}{h} \xrightarrow[\times 60 \times 60]{\times 10^3} 25\ \frac{m}{s}$

❷ $90\ \frac{Km}{h} \xrightarrow[\times 60]{\times 10^3} 1500\ \frac{m}{min}$

❸ $90\ \frac{Km}{h} \xrightarrow[\times 60 \times 60]{\times 10^3 \times 10^2} 2500\ \frac{cm}{s}$

مثال 8

إذا كانت كثافة الألومنيوم $2700\ Kg/m^3$ عبر عنها بوحدة: ❶ g/cm^3 ❷ g/L

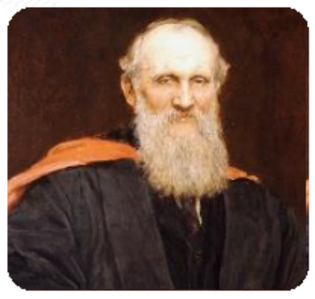
الإجابة

❶ $2700\ \frac{Kg}{m^3} \xrightarrow[\times 10^2 \times 10^2 \times 10^2]{\times 10^3} 2.7\ \frac{g}{cm^3}$

❷ $2700\ \frac{Kg}{m^3} \xrightarrow[\times 10^3]{\times 10^3} 2700\ \frac{g}{L}$

علماء أفادوا البشرية

➢ وليام طومسون كلفن (لورد كلفن) (عالم بريطاني)



▲ وليام طومسون

يعُد أحد أبرز العلماء الذين طوروا النظام المتري
وقام أيضا بحساب الصفر المطلق بدقة عالية وجد أنه يساوي $-273^{o}C$

لتعميق المعرفة
انظر بنك المعرفة المصري

➢ أحمد زويل (عالم مصري)

▲ أحمد زويل

حصل على جائزة نوبل عام 1999 م لإسهاماته العلمية في اختراع كاميرا تعمل بأشعة الليزر لدراسة التفاعلات الكيميائية بين الجزيئات والتي تحدث في زمن يقدر بالفيمتوثانية (10^{-15} s)

الوحدات المعيارية (الوحدات المرجعية) Standard Units

حاول العلماء البحث عن التعريف الأكثر دقة لكل وحدة من وحدات قياس الكميات الأساسية بإعداد نموذج مثالي لهذه الوحدة يتميز بأقصى حد ممكن من الدقة والثبات بمرور الزمن وتغير المكان، ويطلق على هذه النماذج اسم **الوحدات المعيارية.**

الوحدات المعيارية
هي وحدات القياس المتفق عليها عالمياً والمستخدمة في النظام الدولي للوحدات.

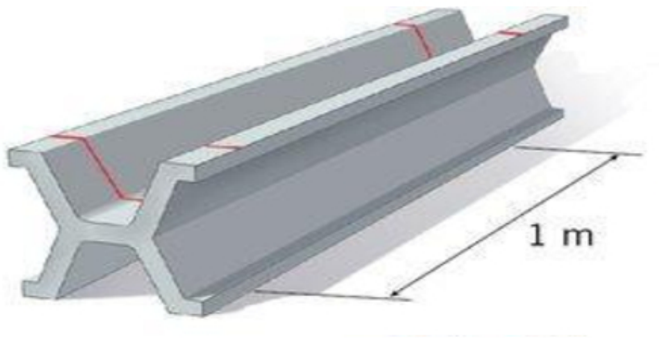
➢ مميزات الوحدات المرجعية

1. تتميز بالدقة الى أقصى حد ممكن.
2. ثابتة باختلاف الظروف المحيطة.

➢ أمثله للوحدات المرجعية

1 معيار الطول (المتر العياري)

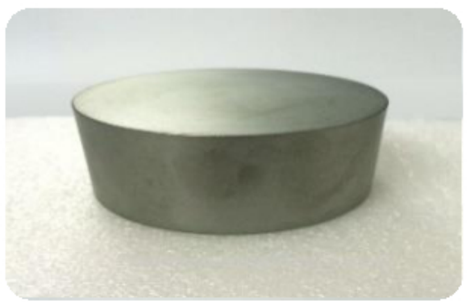
◈ أول من استخدمه كمعيار للطول الفرنسيون وهو " المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتي ساق من سبيكة من البلاتين -الايريديوم محفوظة عند درجة الصفر سليزيوس في المكتب الدولي للموازين والمقاييس بالقرب من باريس."



▲ المتر العياري

2 معيار الكتلة (الكيلوجرام العياري)

◈ يساوي كتلة اسطوانة من سبيكة (البلاتين-الايريديوم) ذات الأبعاد المحددة محفوظة عند صفر سليزيوس في المكتب الدولي للموازين والمقاييس بالقرب من باريس.



▲ الكيلوجرام العياري

ملاحظات ... !!

- **يفضل المتر العياري الذري عن المتر العياري الدولي ... علل ؟**
  لأنه أكثر دقة حيث تصل نسبة الخطأ فيه الي أجزاء من الميكرون (الميكومتر) ، ولا يتأثر بالظروف البيئية المحيطة.
- **تصنع الوحدات المعيارية مثل المتر العياري والكيلوجرام العياري من سبيكة البلاتين الايريديوم ... علل ؟**
  لأنه شديد الصلابة ولا يتفاعل مع الوسط المحيط ولا يتأثر كثيراً بتغير درجة الحرارة بعكس المواد الأخرى.

3 معيار الزمن (الثانية)

◈ **قديماً :** أستخدم الليل والنهار واليوم للعثور على مقياس ثابت وسهل لوحدة الزمن (الثانية).

➢ **حيث أن:** اليوم الشمسي المتوسط = 24 ساعة . و الساعة = 60 دقيقة . و الدقيقة = 60 ثانية.

∴ عدد ثواني اليوم الشمسي المتوسط = 24 × 60 × 60 = 86400 ثانية

اليوم = 24 × 60 × 60 = 86400 ثانية

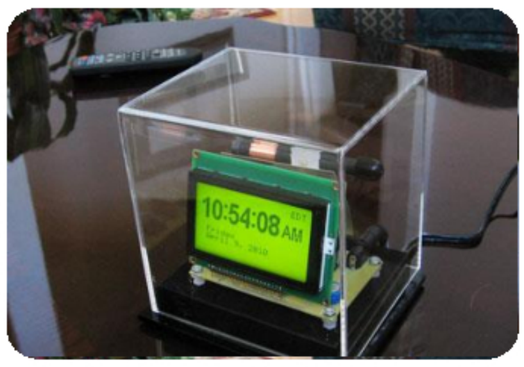
➢ **الثانية :** تساوى عددياً $\frac{1}{86400}$ من اليوم الشمسى المتوسط .

لتعميق المعرفة

انظر بنك المعرفة المصري

◈ **حديثا:** استخدمت الساعات الذرية (**مثل ساعة السيزيوم**) لمعايرة الثانية وذلك لدقتها المتناهية.

➢ **أهمية استخدام الساعات الذرية:** دراسة عدد كبير من المسائل الهامة مثل:



1. تحديد مدة دوران الأرض حول نفسها (تحديد زمن اليوم).
2. مراجعات لتحسين الملاحة الأرضية والجوية.
3. تدقيق رحلات سفن الفضاء لاكتشاف الكون.

فكر وجاوب

اختر:

(١) الثانية تساوي عددياً ..... من اليوم الشمسي المتوسط.

أ) $\frac{100}{864}$ ب) $\frac{10^{-2}}{864}$ ج) 86400 د) $\frac{1}{8640}$

(٢) إذا كانت الكثافة تقاس بوحدة Kg/m^3 بالنظام العالمي فإنه يمكن قياس الكثافة بالنظام البريطاني بوحدة .....

أ) g/cm^3 ب) g/L ج) b/f^3 د) f/b^3

(٣) $\frac{1}{10^6}$ من المتر تسمي .....

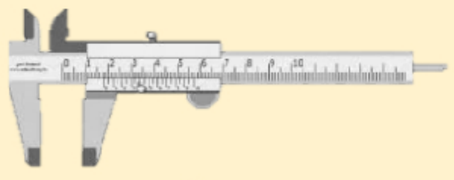
أ) ملليمتر ب) ميكرومتر ج) نانومتر د) سنتيمتر

(٤) $0.6ton = \ldots\ldots mg$

أ) 6×10^{10} ب) 6×10^{9} ج) 6×10^{8} د) 6×10^{6}

(٥) الأداة المناسبة لقياس طول الفصل الدراسي هي .....

أ)

ب) 

ج)

د)

مجاب عنه

أولاً الاختيار من متعدد

1 اختر الإجابة الصحيحة:

(1) من الكميات الفيزيائية المشتقة .....

(أ) السرعة – القوة (ب) الطول – الزمن (حـ) الكتلة – الكثافة (ء) العجلة – الزمن

(2) من الكميات الفيزيائية الأساسية .....

(أ) الكتلة – السرعة (ب) القوة – العجلة (حـ) الكثافة – الطاقة (ء) الطول – الكتلة

(3) الأداة المناسبة لقياس طول باب الفصل هي .....

(أ) المتر الشريطي (ب) القدمة ذات الورنية (حـ) الميكروميتر (ء) المسطرة

(4) الأداة المناسبة لقياس سمك قلم رصاص هي .....

(أ) المتر الشريطي (ب) القدمة ذات الورنية (حـ) الميكروميتر (ء) المسطرة

(5) الأداة المناسبة الأكثر دقة لقياس سمك ورقة رقيقة هي .....

(أ) المتر الشريطي (ب) القدمة ذات الورنية (حـ) الميكروميتر (ء) المسطرة

(6) الثانية تساوي عددياً ..... من اليوم الشمسي المتوسط.

(أ) $\frac{100}{864}$ (ب) $\frac{10^{-2}}{864}$ (حـ) 86400 (ء) $\frac{1}{8640}$

(7) إذا كانت الكثافة تقاس بوحدة Kg/m^3 بالنظام العالمي فإنه يمكن قياس الكثافة بالنظام البريطاني بوحدة .....

(أ) g/cm^3 (ب) g/L (حـ) b/f^3 (ء) f/b^3

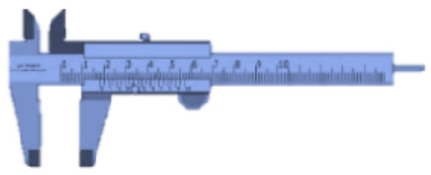
(8) $\frac{1}{10^6}$ من المتر تسمي .....

(أ) ملليمتر (ب) ميكرومتر (حـ) نانومتر (ء) سنتيمتر

(9) 0.6 ton = ... mg

(أ) 6×10^{10} (ب) 6×10^{4} (حـ) 6×10^{6} (ء) 6×10^{8}

(10) الأداة المناسبة لقياس طول الفصل المدرسي هي .....

(أ) (ب)  (حـ) (ء)

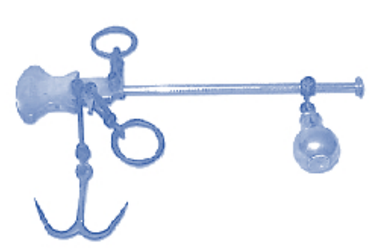
(11) إذا كانت كتلة الفيل = 4000 Kg فإنه يمكن كتابتها بالصورة.....

أ) 4×10^{3} ب) 0.4×10^{4} حـ) 40×10^{2} ء) جميع ما سبق

(12) نصف قطر الأرض = 6000000 m فإنه يمكن كتابته بالصورة.....

أ) 6×10^{10} ب) 6×10^{4} حـ) 6×10^{6} ء) 6×10^{8}

(13) الأداة المناسبة لقياس كتلة خاتم ذهبي هي .....


أ)

ب)

حـ)

ء)

(14) يتفق النظام الفرنسي (نظام جاوس) والنظام البريطاني والنظام المتري في أن جميعهم يقيس .....

أ) الطول بالمتر ب) الكتلة بالكيلوجرام حـ) الزمن بالثانية ء) جميع ما سبق

(15) أي القيم التالية تساوى 76 cm ؟ .....

أ) 0.76 m ب) 760 mm حـ) 0.00076 Km ء) جميع ما سبق

(16) خزان فوق سطح منزل سعته $1\ m^3$ فأنه يكفى لملء ..... عبوة سعة 2 Liter

أ) 100 ب) 500 حـ) 1000 ء) 2000

(17) الفيمتو ثانية = ... مللي ثانية.

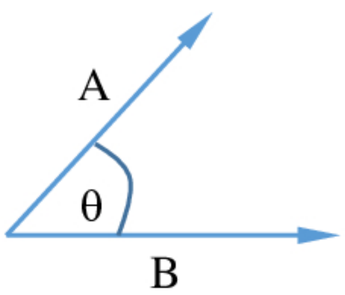
أ) 10^{12} ب) 10^{-12} حـ) 10^{-3} ء) 10^{15}

(18) الزاوية المتواجدة عند النقطة (A) تقاس في النظام الدولى بوحدة .....

أ) الكانديلا ب) الرديان

حـ) الاستراديان ء) المتر

(19) الزاوية (θ) المتواجدة بين الضلعين (A،B) تقاس في النظام الدولى بوحدة .....



أ) الكانديلا ب) الرديان

حـ) الاستراديان ء) المتر

(20) 0.0001 مللي ثانية = ... ثانية

أ) 10^{-4} ب) 10^{-5} حـ) 10^{-7} ء) 10^{-3}

(21) الميكرو جرام يساوى ..... كيلو جرام

أ 10^{-3} ب 10^{-6} حـ 10^{-9} ء 10^{-12}

(22) سينتي أمبير يساوى ..... ميكرو أمبير

أ 10^{-3} ب 10^{-6} حـ 10^{-9} ء 10^{4}

(23) من عناصر عملية القياس .....

أ الطول ب الشريط المتري حـ المتر ء جميع ما سبق

(24) عدد الوحدات الأساسية والمضافة إليها في النظام الدولى .....

أ ثلاثة ب خمسة حـ سبعة ء تسعة

(25) كل ما يلي من الكميات الفيزيائية الأساسية ما عدا .....

أ الزمن ب السرعة حـ الكتلة ء الطول

(26) القدمة ذات الورنية هي أداة قياس تستخدم في قياس .....

أ الوزن ب الكثافة حـ الطول ء القوة

(27) أي الاجابات التالية تعبر عن المقدار 1000000

أ 100×10^{4} ب 10×10^{5} حـ 10^{6} ء جميع الاجابات صحيحة

(28) 0.1mg يساوي. .....

أ 10^{-7} Kg ب 10^{-4} Kg حـ 10^{-6} g ء 10^{-3} g

(29) المقدار 500 MW يمكن ان يكتب على الشكل .....

أ 5×10^{8} W ب 500×10^{3} W حـ 500×10^{-6} W ء 5×10^{4} W

(30) يمكن تمييز قيمة الكمية الفيزيائية من خلال .....

أ طريقة القياس ب الجهاز المستخدم في القياس حـ نوع القياس ء وحدة القياس

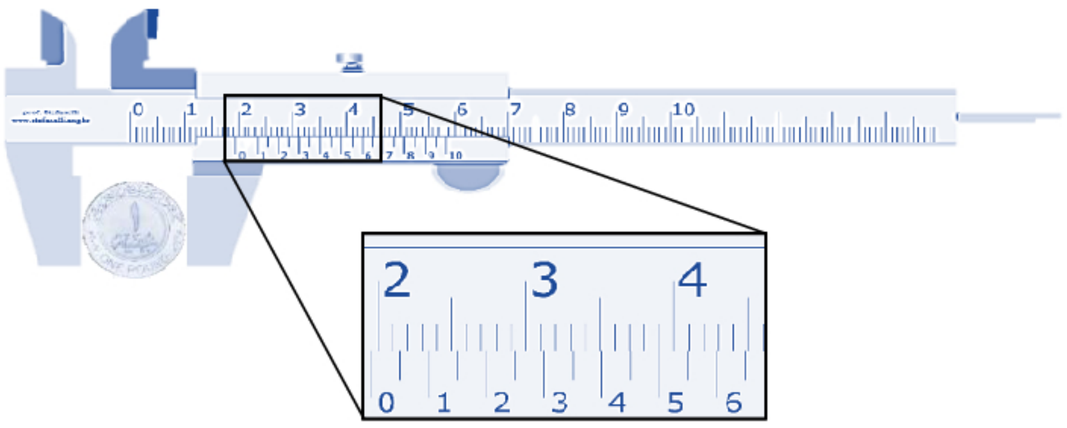
(31) نستخدم ..... فى قياس الاطوال بدقة

أ الهيدرومتر ب القدمة ذات الورنية حـ السحاحة ء كل ما سبق

(32) قيست أبعاد ميدالية معدنية فوجدت (13.7 mm , 5.64 mm , 25.3 mm) أي الأدوات الآتية استخدمت في قياسها؟

أ المسطرة ب القدمة ذات الورنية حـ المتر العياري ء الشريط المترى

(33) **في الشكل المقابل:** عملة بين فكى القدمة ذات الورنية قطر العملة يساوى .....



أ) 19 mm ب) 19.5 mm
حـ) 20 mm ء) 20.5 mm

(34) الأجهزة الاتية أي منهم تستخدم بحيث تكون أكثر دقة في قياس 0.001μm .....

أ) الميكرومتر ب) القدمة ذات الورنية حـ) المتر العياري ء) الشريط المترى

(35) إذا كان نصف قطر ذرة $0.01\ \mathring{A}$ فيمكن أن تكتب بالشكل ..... متر.

أ) 100×10^{-10} ب) 1×10^{-12} حـ) 1×10^{-10} ء) 1×10^{-15}

(36) اتخذه الإنسان في الماضى كمقياس للطول .....

أ) الذراع ب) كف اليد حـ) القدم ء) جميع ما سبق

(37) اتخذه الإنسان في الماضى كمقياس للزمن .....

أ) شروق الشمس ب) غروب الشمس حـ) دورة القمر ء) جميع ما سبق

(38) السبيكة التي استخدمت لصناعة الكيلوجرام العيارى والمتر العيارى هي .....

أ) الذهب والنحاس ب) السيزيوم والكربيتون حـ) البلاتين والأيريديوم ء) لا توجد إجابة صحيحة.

(39) في عملية القياس توصف الكمية الفيزيائية بـ .....

أ) رقم عددى فقط ب) وحدة قياس فقط حـ) رقم عددى ووحدة قياس ء) لا توجد إجابة صحيحة.

(40) إذا كان X و Y مقدارين مختلفين من كمية أساسية ومقدار Y أكبر من مقدار X فأي العمليات التالية تعطي كمية أساسية.

أ) $Y - X$ ب) Y^2 حـ) $X . Y$ ء) X^2

ثانياً أسئلة المقال والمسائل

2 ماذا نقصد بكل من:

(1) القياس.
(2) الكميات الفيزيائية القياسية.
(3) الكميات الفيزيائية المتجهة.
(4) الوحدات المعيارية.

(5) المتر العياري.
(6) الكيلو جرام العياري.
(7) الثانية.

3 علل ما يأتي:

(1) لا يستخدم ساق من الزجاج بدلاً من سبيكة البلاتين – الايريديوم في المتر العياري.
(2) تعتبر الكتلة من الكميات الفيزيائية الأساسية.
(3) تعتبر السرعة من الكميات الفيزيائية المشتقة.
(4) لا تكفي الأرقام للتعبير عن الكميات الفيزيائية.
(5) اهتمام العلماء بتطوير الساعات الذرية ذات الدقة المتناهية.
(6) أهمية القياسات في الحياة اليومية.
(7) أدوات القياس الحديثة ذات أهمية للإنسان.
(8) تغير تعريف المتر العياري أكثر من مرة.

4 اذكر استخداماً واحداً لكلاً من .....؟

(1) القدمة ذات الورنية.
(2) الميكرومتر.
(3) سبيكة البلاتين والايريديوم.

5 أذكر المفهوم العلمي الدال على كل عبارة مما يلي:

(1) عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية آخري من نفس نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.
(2) المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتي ساق من سبيكة البلاتين والايريديوم محفوظة عند درجة حرارة الصفر.
(3) هي الكميات الفيزيائية التي لا تعرف (لا يمكن استنتاج أحداها) بدلالة كميات فيزيائية أخري.
(4) هي كميات فيزيائية تعرف (يمكن اشتقاقها) بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية
(5) صورة مختصرة لتوصيف فيزيائي ذي مدلول معين.
(6) يحول مشاهدتنا الى مقادير يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام.
(7) أجزاء من جسم الانسان اتخذها في الماضي كمقياس للطول.
(8) نظام الوحدات الذي يستخدم القدم كوحدة أساسية للطول.
(9) نظام الوحدات الذي يستخدم الجرام كوحدة أساسية للكتلة.
(10) نظام الوحدات الذي يستخدم المتر كوحدة أساسية للطول.
(11) نظام الوحدات الذي يستخدم الكيلو جرام كوحدة أساسية للكتلة.
(12) وحدة قياس شدة التيار في النظام الدولي (SI).
(13) وحدة قياس الزاوية المجسمة في النظام الدولي (SI).

(14) وحدة قياس الزاوية المسطحة في النظام الدولي (SI).

(15) نظام يسمى النظام المتري المعاصر.

(16) نظام يستخدم في جميع المجالات العلمية المختلفة في العالم.

6 صنف الكميات الفيزيائية الآتية الى كميات أساسية وأخرى مشتقة:

القوة – المسافة – السرعة – الكتلة – الزمن – العجلة – الطول – درجة الحرارة المطلقة – شدة التيار الكهربي – شدة الإضاءة – كمية المادة.

7 صل ما يناسب العمود (A) بما يناسب العمود (B)

العمود (A) [الكمية الفيزيائية]	العمود (B) [وحدة القياس بالنظام المتري العالمي]
الكتلة	الكلفن
الطول	الكيلوجرام
الزمن	الأمبير
درجة الحرارة المطلقة	الكانديلا
شدة التيار الكهربي	المول
شدة الإضاءة	المتر
كمية المادة	استرديان
الزاوية المسطحة	رديان
الزاوية المجسمة	الثانية

8 قارن بين كل من:

(1) الكميات الفيزيائية الأساسية والكميات الفيزيائية المشتقة (من حيث التعريف، الأمثلة).

(2) النظام الفرنسي والنظام البريطاني والنظام المتري .

(3) ساق من الزجاج وسبيكة من البلاتين والايريديوم (من حيث الاستخدام في صناعة المتر العياري).

(4) اهم اعمال وليام طومسون وأهم أعمال احمد زويل.

(5) أدوات القياس قديماً وأدوات القياس حديثاً.

(6) المتر العياري والكيلو جرام العياري.

(7) الرديان والاسترديان.

9 أكمـــــــــــــــل:

(1) 30000 مللي جرام = ... كجم.

(2) 10^{-6} ميجا اوم = ... أوم.

(3) 10^{-4} جيجا متر = ... كيلو متر.

(4) 10^{8} نانو أمبير = ... ميكرو أمبير.

(5) 10^{6} سنتيمتر = ... كيلو متر.

(6) 10^{6} كيلو متر = ... سنتيمتر.

(7) 10^{8} سم^{3} = ... متر^{3}.

(8) 10^{9} مم^{2} = ... متر^{2}.

(9) 8000 كجم/ متر^{3} = ... جم/ سم^{3}.

(10) 8000 كجم/ متر^{3} = ... جم/لتر.

10 مسائل متنوعة

(1) خزان يبلغ حجم الماء فيه $9\ m^3$ اوجد حجم الماء بوحدة cm^3 [$9 \times 10^6\ cm^3$]

---

(2) تيار كهربائي شدته 7 مللي أمبير (7 mA) عبر عن شدة التيار بوحدة الميكروأمبير (μA) . [$7 \times 10^3\ \mu A$]

---

(3) نصف قطر أحد الكواكب يساوى $5.85 \times 10^7\ m$ وكتلته $5.68 \times 10^{26}\ kg$ احسب :

❶ كثافة مادة الكوكب بوحدة g / cm^3

❷ مساحة سطح الكوكب بوحدة m^3 (مساحة سطح الكرة $= 4\pi r^2$). [$0.677\ g/cm^3$, $4.3 \times 10^{16}\ m^2$]

---

(4) مربع طول ضلعه 30 سم ، احسب: مساحة سطح المربع بوحدة m^2. [$9 \times 10^{-2}\ m^2$]

---

(5) أثرت قوة مقدارها 100 مللي نيوتن عبر عن هذه بوحدة الميكرو نيوتن. [$10^5\ \mu N$]

---

(6) جسم يحمل شحنة كهربية مقدارها 60 كولوم احسب ما تساويه هذه الشحنة بوحدات:

❶ ميكرو كولوم . ❷ ميجا كولوم. ❸ نانو كولوم.

[$6 \times 10^7\ \mu C$, $6 \times 10^{-5}\ MC$, $6 \times 10^{10}\ nC$]

---

(7) إذا كانت الكثافة الطولية لجسم ما تساوي 7 جرام/ سم . استنتج قيمتها في النظام الدولي؟ [0.7 Kg/m]

من: صيغة الأبعاد
إلى: ما قبل أنواع القياس

صيغة (معادلة) الأبعاد : Dimensional Formula

اصطلح العلماء على تعريف محدد لكل كمية فيزيائية يتم الاتفاق عليه بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية بحيث يرمز لـ :

- الكتلة (Mass) بالرمز (M)
- الطول (Length) بالرمز (L)
- الزمن (Time) بالرمز (T)

ويمكن التعبير عن معظم الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة أبعاد الكميات الفيزيائية الأساسية، وهي الطول والكتلة والزمن مرفوع كل منهم " لأس" معين ويكتب التعبير الناتج لأي كمية فيزيائية [A] بالصورة الآتية:

$$[A] = M^{\pm a}\ L^{\pm b}\ T^{\pm c}$$

صيغة الأبعاد

هي صيغة تعبر عن معظم الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة أبعاد الكمية الفيزيائية الأساسية وهي الطول والكتلة والزمن مرفوع كل منهم لأس معين $[A] = M^{\pm a}\ L^{\pm b}\ T^{\pm c}$

◈ خطوات كتابة معادلة الأبعاد:

❶ تكتب العلاقة التي تعين الكمية الفيزيائية المطلوبة (**مثل:** السرعة $= \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{الطول}}{\text{الزمن}}$ أو $v = \frac{s}{t}$)

❷ تكتب العلاقة بدلالة الكميات الأساسية (الطول – الكتلة – الزمن) **مثل:** ($v = \frac{L}{T}$)

❸ تحول العلاقة بدلالة الكتلة والطول والزمن إلى معادلة الأبعاد **مثل:** ($v = \frac{L}{T} = LT^{-1} = M^0LT^{-1}$)

حيث: إذا كانت معادلة أبعاد مرفوعة لأس (صفر) تصبح قيمتها واحد (ليس لها أي تأثير) $L^0 = 1\ ,\ M^0 = 1\ ,\ T^0 = 1$

❹ يمكن استخدام معادلة الأبعاد في تعين وحدة قياس الكميات الفيزيائية المشتقة : **مثل:** السرعة من معادلة الأبعاد لها $L\ T^{-1}$ فتكون وحدة قياسها $m\ s^{-1}$ أو (m/s).

ملاحظة ... !!

❶ يمكن جمع أو طرح كميتين فيزيائيتين بشرطين:

- يجب أن يكونا من نفس النوع أي لهم نفس معادلة الأبعاد.
- أن يكون لهما نفس وحدة القياس - **مثل (سرعة م/ث ± سرعة م/ث).**

❷ إذا كانت وحدات القياس مختلفة نحول وحدة قياس أحدهما إلى وحدة قياس الأخرى **مثل:**

$1m + 170\ cm = 1m + 1.7\ m = 2.7\ m$ OR $1m + 170\ cm = 100cm + 170\ cm = 270\ cm$

❸ إذا ضربنا أو قسمنا كميتين فيزيائيتين مختلفتين ليس لهم نفس معادلة الأبعاد فإننا نحصل على كمية فيزيائية جديدة **مثل:**

المسافة ÷ الزمن = السرعة. أو السرعة × الزمن = المسافة. أو السرعة ÷ الزمن = العجلة.

◈ **الجدول التالي يوضح صيغة أبعاد الكميات الفيزيائية المشتقة ووحدة قياسها:**

الكميات الفيزيائية	العلاقة الرياضية	معادلة الأبعاد	وحدة القياس
المساحة (A)	الطول × العرض	$L \times L = \mathbf{L^2}$	m^2
الحجم (V)	الطول × العرض × الارتفاع	$L \times L \times L = \mathbf{L^3}$	m^3
الكثافة (ρ)	$\frac{\text{الكتله}}{\text{الحجم}}$	$\mathbf{M \,.\, L^{-3}}$	Kg/m^3
السرعة (v)	$\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$	$\mathbf{L \,.\, T^{-1}}$	$m.s^{-1}$
العجلة (a)	$\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$	$\mathbf{L \,.\, T^{-2}}$	$m.s^{-2}$
القوة (F)	العجلة × الكتلة	$\mathbf{M \,.\, L \,.\, T^{-2}}$	$Kg.m.s^{-2} = N$
كمية التحرك (P_L)	الكتلة × السرعة	$M \times L \,.\, T^{-1} = \mathbf{M \,.\, L \,.\, T^{-1}}$	$Kg.m.s^{-1}$
الضغط (P)	$\frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}}$	$\frac{M \,.\, L \,.\, T^{-2}}{L^2} = \mathbf{M \,.\, L^{-1} \,.\, T^{-2}}$	$Kg.m^{-1}.s^{-2}$
الشغل (الطاقة) (W)	القوة × الإزاحة	$M.L.T^{-2} \times L = \mathbf{M \,.\, L^2 \,.\, T^{-2}}$	$Kg.m^2.s^{-2} = N.m = J$
القدرة (p_w)	$\frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$	$\frac{M \,.\, L^2 \,.\, T^{-2}}{T} = \mathbf{M.\, L^2 \,.\, T^{-3}}$	$Kg.m^2.s^{-3}$
التردد (υ)	$\frac{1}{\text{الزمن الدوري}}$	$\frac{1}{T} = \mathbf{T^{-1}}$	s^{-1}

◈ **أهمية معادلة الأبعاد:**

– اختبار صحة القوانين بحيث يكون طرفي المعادلة لهما نفس الأبعاد (تحقيق تجانس الأبعاد للمعادلة).

ملاحظة ... !!

وجود نفس معادلة الأبعاد علي طرفي المعادلة لا يضمن صحتها، ولكن اختلافها علي طرفي المعادلة يؤكد خطأها .

ملاحظة ... !!

1. الأعداد والكسور والثوابت العددية مثل (2 , $\frac{1}{2}$, π) والدوال المثلثية مثل (sin , cos , tan) ليس لهم أبعاد.
2. من الممكن أن نحصل على وحدة القياس لكمية فيزيائية من معادلة أبعادها والعكس.
3. صيغة الأبعاد لا يمكن جمعها أو طرحها وإنما يمكن ضربها او قسمتها ، **فمثلاً:**

$$L + L = L$$

$$L - L = L \neq 0$$

$$L \times L = L^2$$

$$\frac{L}{L} = 1$$

مثال 1

اختبرمدى صحة العلاقة: طاقة الحركة = ½ الكتلة × مربع السرعة ($KE = \frac{1}{2} mv^2$) , إذا علمت أن معادلة أبعاد الطاقة $KE = M.L^2.T^{-2}$.

الإجابة

معادلة أبعاد الطرف الأيمن	معادلة أبعاد الطرف الأيسر
$\frac{1}{2} mv^2$	KE
الكتلة × مربع السرعة $= M \times (L.T^{-1})^2$ $\mathbf{M.L^2.T^{-2}}$	$\mathbf{M.L^2.T^{-2}}$

∴ معادلة أبعاد الطرف الأيمن = معادلة أبعاد الطرف الأيسر ∴ العلاقة ممكنة.

مثال 2

اختبر مدى صحة العلاقة: $v = at^2$ ، إذا علمت أن (v) السرعة ، (a) العجلة ، (t) الزمن.

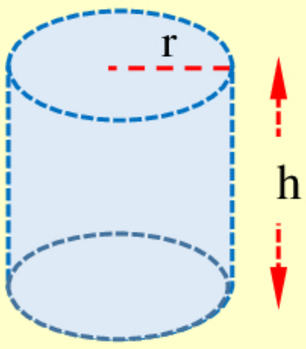
الإجابة

معادلة أبعاد الطرف الأيمن	معادلة أبعاد الطرف الأيسر
at^2	v
العجلة × مربع الزمن $= L.T^{-2} \times (T)^2$ $\mathbf{L}$	$\mathbf{L.T^{-1}}$

∴ معادلة أبعاد الطرف الأيمن ≠ معادلة أبعاد الطرف الأيسر ∴ العلاقة غير ممكنة.

مثال 3

قام معلم باختبار مجموعة من الطلاب في قانون حساب حجم الأسطوانة ، حيث h الارتفاع r نصف القطر



إجابة الطالب الأول : $V_{ol} = \pi rh$

إجابة الطالب الثاني : $V_{ol} = \pi r^2 h$

إجابة الطالب الثالث : $V_{ol} = \pi rh^2$ (فأي الطلاب إجابته صحيحة ؟)

الإجابة

الطالب الأول

معادلة أبعاد الطرف الأيمن πrh	معادلة أبعاد الطرف الأيسر V_{ol}
L. L L^2	L. L. L L^3

∴ معادلة أبعاد الطرف الأيمن ≠ معادلة أبعاد الطرف الأيسر ∴ العلاقة غير صحيحة أو غير ممكنة.

الطالب الثاني

معادلة أبعاد الطرف الأيمن $\pi r^2 h$	معادلة أبعاد الطرف الأيسر V_{ol}
L. L. L L^3	L. L. L L^3

∴ معادلة أبعاد الطرف الأيمن = معادلة أبعاد الطرف الأيسر ∴ العلاقة صحيحة أو ممكنة.

الطالب الثالث

معادلة أبعاد الطرف الأيمن πrh^2	معادلة أبعاد الطرف الأيسر V_{ol}
L. L. L L^3	L. L. L L^3

∴ معادلة أبعاد الطرف الأيمن = معادلة أبعاد الطرف الأيسر ∴ العلاقة صحيحة أو ممكنة.

نلاحظ أن: إجابة الطالب الأول خطأ بينما الطالبين الثاني والثالث إجاباتهما تُعتبر ممكنة ولكن لابد من خطأ أحدهما وهو بالتأكيد الطالب الثالث لأن إجابته غير صحيحة علميا، ولكن تفسير ما حدث هو أن وجود نفس معادلة الأبعاد على طرفي المعادلة لا يضمن صحتها، ولكن اختلافها على طرفي المعادلة يؤكد خطأها.

مثال 4

تخضع حركة جسم تحت تأثير الجاذبية للعلاقة التالية : ($V_f = V_i + gt$) حيث (g) هي عجلة الجاذبية الأرضية , (t) الزمن ,(V_f) السرعة النهائية ,(V_i) السرعة الابتدائية ، اثبت صحة هذه العلاقة باستخدام معادلات الأبعاد.

الإجابة

معادلة أبعاد الطرف الأيمن $V_i + gt$	معادلة أبعاد الطرف الأيسر v_f
$L.T^{-1} + L.T^{-2} \times T$ $L.T^{-1} + L.T^{-1}$ $\mathbf{L.T^{-1}}$	$\mathbf{L.T^{-1}}$

∴ معادلة أبعاد الطرف الأيمن = معادلة أبعاد الطرف الأيسر ∴ العلاقة صحيحة أو ممكنة.

مثال 5

باستخدام صيغة الأبعاد تحقق من إمكانية صحة المعادلة الفيزيائية الأتية

$$v = \sqrt{\frac{F}{M}}$$

حيث : (v) السرعة ،(F) قوة الشد (بالنيوتن) ، (M) كتلة وحدة الأطوال بوحدة (كجم/متر).

الإجابة

معادلة أبعاد الطرف الأيمن $\sqrt{\frac{F}{M}}$	معادلة أبعاد الطرف الأيسر v
$\sqrt{\frac{M.L.T^{-2}}{M/L}} = \sqrt{L^2.T^{-2}}$ $\mathbf{L.T^{-1}}$	$\mathbf{L.T^{-1}}$

∴ معادلة أبعاد الطرف الأيمن = معادلة أبعاد الطرف الأيسر ∴ العلاقة صحيحة أو ممكنة.

فكر وجاوب

اختر:

١ إذا كان (القوة / المساحة = الضغط) و صيغة أبعاد الضغط هي $M^X . L^Y . T^Z$, فإن ($Z + Y + X$) تساوي .....

أ) - 2 ب) - 3 حـ) 2 ء) 1

٢ وحدة قياس الكمية الفيزيائية التي أبعادها $M^0 . L . T^{-2}$ .....

أ) $m . s^{-1}$ ب) $m . s$ حـ) $kg . m . s^{-2}$ ء) $m . s^{-2}$

٣ إذا كانت صيغة أبعاد (A) هي $M . L^2 . T^{-2}$ و صيغة أبعاد (B) هي $M . L^2 . T^{-2}$,فإن صيغة أبعاد ($A + 2B$) هي .....

أ) $M . L . T^{-2}$ ب) $M . L^2 . T^{-1}$ حـ) $M^0 . L^2 . T^{-2}$ ء) $M . L^2 . T^{-2}$

٤ اذا كانت $x = y.z$ وصيغة أبعاد X هى $M.L.T^{-2}$ وصيغة أبعاد Y هى $M^0.L.T$ فان صيغة أبعاد Z هي .....

أ) M. L. T ب) $M . L^0 . T^{-3}$ حـ) $M^0 . L . T$ ء) $M^{-1} . L . T$

٥ الكمية الفيزيائية التي تحقق العلاقة $a + b + c = 1$, حيث معادلة أبعاد الكمية الفيزيائية هي $M^a . L^b . T^c$, هي .....

أ) القوة ب) كمية التحرك حـ) الشغل ء) الإجابتان (ب , ج) معا

٦ صيغ الأبعاد للكميات الفيزيائية.....

أ) تجمع وتضرب ب) لا تجمع ولا تضرب حـ) تجمع ولا تضرب ء) تضرب ولا تجمع

٧ اذا كانت وحدة قياس أحدى الكميات الفيزيائية هي (نيوتن . متر) تكون معادلة أبعادها هي .....

أ) $M.L.T^{-1}$ ب) $M.L^2 . T^{-2}$ حـ) $M.L.T^{-2}$ ء) $M.L^2.T^2$

أولاً الاختيار من متعدد

1 اختر الإجابة الصحيحة:

(1) معادلة أبعاد السرعة .....

أ) $L . T$ ب) $L . T^{-1}$ ج) $L . T^{-2}$ د) $L^2 . T^{-2}$

(2) معادلة أبعاد العجلة .....

أ) $L . T^{-2}$ ب) $L^2 . T^{-1}$ ج) $. L^2 . T^{-2}$ د) $. L^2 . T^{-2}$

(3) إذا كانت وحدة قياس أحد الكميات الفيزيائية هي $kg / m. s^2$ فإن معادلة أبعادها .....

أ) $M. L . T^{-2}$ ب) $M. L^2 . T^{-1}$ ج) $M. L^{-1} . T^{-2}$ د) $M. L^2 . T^{-2}$

(4) وحدة قياس الكمية الفيزيائية التي أبعادها $M^0. L^0 . T^{-1}$ .....

أ) s^{-1} ب) $m . s$ ج) $kg . m . s^{-2}$ د) $m . s^{-2}$

(5) إذا كان ($\frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}}$ = الضغط) وصيغة أبعاد الضغط هي $M^X. L^Y. T^Z$, فإن حاصل ضرب $(X . Y . Z)$ تساوي .....

أ) -2 ب) -3 ج) 2 د) 1

(6) وحدة قياس الكمية الفيزيائية التي أبعادها $M^0. L . T^{-2}$ .....

أ) $m . s^{-1}$ ب) $m . s$ ج) $kg . m . s^{-2}$ د) $m . s^{-2}$

(7) إذا كانت صيغة أبعاد (A) هي $M. L^2 . T^{-2}$ و صيغة أبعاد (B) هي $M. L^2 . T^{-2}$,فإن صيغة أبعاد (A + 2 B) هي .....

أ) $M. L . T^{-2}$ ب) $M. L^2 . T^{-1}$ ج) $M^0. L^2 . T^{-2}$ د) $M. L^2 . T^{-2}$

(8) وحدة قياس الشغل في النظام الدولي هي ..... (الشغل = القوة × الإزاحة).

أ) $kg . m . s^{-1}$ ب) $kg . m . s$ ج) $kg . m^2 . s^{-2}$ د) $kg . m . s^{-2}$

(9) وحدة قياس القوة في النظام الدولي هي ..... (القوة = الكتلة × العجلة).

أ) $kg . m^{-1} . s^{-1}$ ب) $kg . m . s$ ج) $kg . m^2 . s^{-2}$ د) $kg . m . s^{-2}$

(10) اذا كانت $x = y.z$ وصيغة ابعاد X هي $M.L.T^{-2}$ وصيغة أبعاد Y هي $M^0.L.T$ فان صيغة ابعاد Z هي .....

أ) $M.L.T$ ب) $M.L^0.T^{-3}$ ج) $M^0.L.T$ د) $M^{-1}.L.T$

(11) الكمية الفيزيائية التي تحقق العلاقة $a + b + c = 1$, حيث معادلة أبعاد الكمية الفيزيائية هي $M^a . L^b . T^c$, هي .....

أ) القوة ب) كمية التحرك ج) الشغل د) الإجابتان (ب , ج) معا

(12) صيغ الأبعاد للكميات الفيزيائية.....

أ) تجمع وتضرب ب) لا تجمع ولا تضرب ج) تجمع ولا تضرب د) تضرب ولا تجمع

(13) اذا كانت وحدة قياس احدي الكميات الفيزيائية هي (نيوتن . متر) تكون معادلة ابعادها هي .....

أ) $M.L.T^{-1}$ ب) $M.L^2.T^{-2}$ ج) $M.L.T^{-2}$ د) $M.L^2.T^2$

(14) معادلة أبعاد الكتلة في النظام الدولي هي .....

أ) $M . L^0 . T^0$ ب) $M . L . T$ ج) $M . L . T^{-1}$ د) $M^0 . L . T^0$

(15) الصورة العامة لمعادلة الأبعاد هي .....

أ) $M^{\pm a}.L^{\pm b}.T^{\pm c}$ ب) $M^{+a}.L^{+b}.T^{+c}$ ج) $M^{-a}.L^{-b}.T^{-c}$ د) $M^{\pm a}.L^{-b}.T^{+c}$

(16) الثوابت العددية والدوال المثلثية .....

أ) لها وحدة قياس ب) لها معادلة الابعاد

ج) لها وحدة قياس ومعادلة أبعاد د) ليس لها وحدة قياس أو معادلة أبعاد

(17) وجود نفس معادلة الأبعاد على طرفي المعادلة .....

أ) يؤكد صحتها ب) يؤكد خطأها ج) لا يضمن صحتها د) يضمن صحتها

(18) نحصل على كمية فيزيائية جديدة عند .....

أ) جمع كميات فيزيائية لها نفس معادلة الأبعاد ب) طرح كميات فيزيائية لها نفس معادلة الأبعاد

ج) ضرب كميات فيزيائية مختلفة أو متساوية نفس معادلة الأبعاد. د) لا توجد إجابة صحيحة.

(19) إذا علمت أن صيغة أبعاد الكثافة هي $M^x . L^y$, و تتعين الكثافة من العلاقة : (الكثافة $= \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$)

1. فإن: $X - Y$

أ) -1 ب) -2 ج) -3 د) 4

2. فإن: $X . Y$

أ) -1 ب) -2 ج) -3 د) 3

(20) إذا كانت $X = 500\ m\ A + 7000\ \mu\ A$ فإن قيمة X تساوي .....

أ) 5.7 A ب) 70500 A ج) 0.57 A د) 0.507 A

(21) إذا كانت صيغة أبعاد X هي $M.L^2.T^{-2}$ و صيغة أبعاد Y هي $L.T^{-1}$ وصيغة أبعاد Z هي $M.L.T^{-1}$,
فأي الاختيارات الآتية صحيحاً ؟

أ) $X = \frac{Z}{Y}$ ب) $Y = X.Z$ ج) $Z = X.Y$ د) $Y = \frac{X}{Z}$

(22) $10\ Litre + 300\ cm^3 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ mm^3$

أ) 310×10^6 ب) 10.3×10^6 ج) 310×10^{-3} د) 10.3×10^{-3}

(23) العلاقة الممكنة لحساب سرعة الموجات في محيط كثافة الماء فيه ρ وعجلة السقوط الحر g وعمق الماء h والطول الموجي λ بالمتر .....

أ) $\sqrt{\frac{g}{\rho}}$ ب) $\sqrt{\frac{g}{h}}$ ج) $\sqrt{g.\lambda}$ د) $\sqrt{\rho.g.\lambda}$

(24) صيغة أبعاد التردد .....

أ) $M.L^0.T^0$ ب) $M.L.T$ ج) $M.L.T^{-1}$ د) $M^0.L^0.T^{-1}$

(25) إذا كان القمر الصناعي الذى يدور حول الكرة الأرضية تتعين من العلاقة: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ فإن صيغة أبعاد (G)
(حيث: v السرعة ، G ثابت فيزيائي ، M الكتلة ، r نصف القطر.)

أ) $M^{-1}.L^3.T^{-2}$ ب) $M^{-1}.L^2.T^{-2}$ ج) $M.L^{-1}.T^{-2}$ د) $M.L^3.T^2$

(26) إذا كانت صيغة أبعاد أحد الكميات الفيزيائية هي : LT^{-2} فإن هذه الكمية الفيزيائية.....

أ) $\frac{1}{2}mv^2$ ب) $\sqrt{at}$ ج) $\frac{V^2}{r}$ د) $V.t^2$

ثانياً أسئلة المقال والمسائل

2 اكتب المصطلح العلمي لكل من :

(1) هي صيغة تعبر عن معظم الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة أبعاد الكمية الفيزيائية الأساسية وهي الطول والكتلة والزمن مرفوع كل منهم مرفوع لأس معين.

3 علل لما يأتي:

(1) لا يمكن إضافة سرعة الى قوة.
(2) أهمية دراسة معادلة الأبعاد لطرفي أي معادلة فيزيائية.
(3) يكفي استخدام معادلة الأبعاد لإثبات خطأ القوانين ولا يكفي لإثبات صحتها.

4 قارن بين كل من:

(1) القوة والشغل (من حيث وحدة القياس ومعادلة الابعاد).

5 أذكر استخدام واحداً لكل من :

(1) معادلة الابعاد.

6 اختبر صحة القوانين الآتية:

❶ الشغل $= \frac{1}{2}\ mv^2$	حيث: m الكتلة ، v السرعة
❷ القوة $= \frac{m}{a}$	حيث: m الكتلة ، a العجلة
❸ $v = at^2$	حيث: t الزمن ، a العجلة ، v السرعة
❹ مساحة المربع $= L^3$	حيث: L طول ضلع المربع.
❺ $d = v_i t + \frac{1}{2}at^2$	حيث: t الزمن ، a العجلة ، v السرعة ، d الازاحة.
❻ $v_f^2 = v_i^2 + 2ad$	حيث: a العجلة ، v السرعة ، d الازاحة.
❼ $v = \sqrt{\frac{F}{M}}$	حيث: v السرعة ، F القوة ، M كتلة وحدة الأطوال.
❽ $v = \upsilon.\lambda$	حيث: v السرعة ، υ التردد ، λ الطول الموجى بالمتر
❾ $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$	حيث: T الزمن ، ℓ الطول ، g عجلة الجاذبية الأرضية .
❿ حجم الكرة $= \frac{4}{3}\ \pi r^2$	حيث: r نصف القطر.

7 مسائل متنوعة

(1) تخضع حركة جسم تحت تأثير الجاذبية للعلاقة التالية: ($V_f = V_i + gt$) حيث (g) هي عجلة الجاذبية الأرضية , (t) الزمن , (V_f) السرعة النهائية , (V_i) السرعة الابتدائية ، اثبت صحة هذه العلاقة باستخدام معادلات الأبعاد.

[العلاقة ممكنة]

---

(2) باستخدام صيغة الأبعاد تحقق من إمكانية صحة المعادلة الفيزيائية الأتية: $v = \sqrt{\frac{F}{M}}$

(حيث : (v) السرعة ،(F) قوة الشد (بالنيوتن) ، (M) كتلة وحدة الأطوال بوحدة (كجم/متر)) [العلاقة ممكنة]

---

(3) إذا علمت ان القوة تحسب من العلاقة: (القوة = الكتلة × العجلة) ($F = m.a$) , فكانت معادلة أبعادها $M^x\ L^y\ T^z$

أوجد قيمة المقدار ($z^y . x^z . y^x$). [-2]

(4) بدراسة العوامل المؤثرة على طاقة وضع جسم وجد ان هذه العوامل هي:

كتلة هذا الجسم m ، وعجلة الجاذبية الأرضية g , وارتفاع هذا الجسم عن سطح الأرض h
فإذا علمت ان معادلة أبعاد الطاقة هي ML^2T^{-2} فاستنتج المعادلة التي يمكن بها حساب طاقة الوضع.

[$P.E = m.h.g$]

---

(5) إذا كانت صيغة الأبعاد لكمية فيزيائية ($M^x\ L^y\ T^z$) تنطبق على صيغة الأبعاد للقوة ؟
كم تكون قيمة المقدار ($x + y + z$).

[0]

---

(6) باستخدام معادلة الابعاد تأكد من صحة المعادلة $V = \sqrt{g\,r}$ (حيث : V هي السرعة التي يتحرك بها قمر صناعي في دورانه حول الارض , و g هي عجلة الجاذبية الارضية , و r هي نصف قطر المدار الذي يتحرك فيه القمر).

[العلاقة ممكنة]

---

(7) اذا كانت $A = 3Kg$ ، $B = 6g$ ، $C = 20\ mg$ فأوجد قيمة: $A + 2B + 3C$

[3.01206 Kg]

---

(8) اذا كانت صيغة ابعاد $x = M^{-1}\ L^2.T^{-2}$ وصيغة أبعاد، $y = M.L^{-2}.T^{-2}$ ، وصيغة ابعد ، $Z = M.L^2.T^2$
فما هي صيغة ابعاد الكمية الناتجة من العلاقة التالية $\frac{x.y}{z}$.

[$M^{-1}.L^{-2}.T^{-6}$]

---

(9) اذا كانت $x = y.z$ ومعادلة ابعاد X هي $M.L.T^{-1}$ ووحدة قياس Z هي Kg فما هي الكمية الفزيائية y ووحدة قياسها.

[السرعة ، m/s]

---

(10) وضع اينشتين معادلته الشهيرة $E = mc^2$ حيث C سرعة الضوء، m الكتلة . استخدم هذه المعادلة لاستنتاج وحدات النظام الدولي SI للمقدار E.

[$Kg.m^2.s^{-2}$]

---

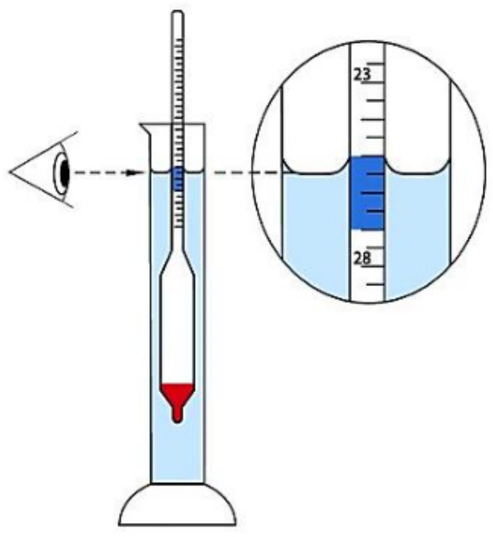
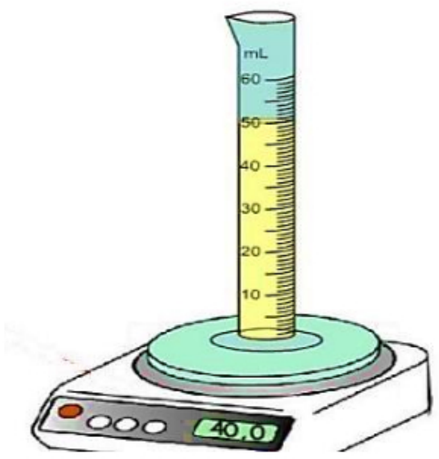
(11) إذا كان الزمن الدوري لبندول بسيط يعطى بالعلاقة : $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

حيث (L) طول البندول ، (g) عجلة الجاذبية (تأكد من مدى صحة المعادلة باستخدام صيغة الابعاد).

[العلاقة ممكنة]

من: أنواع القياس
إلى: نهاية الفصل

أنوع القياس: Types of measurement

1 القياس المباشر	2 القياس الغير مباشر
التعريف	
– هو قياس يتم فيه إجراء عملية قياس واحدة.	– هو قياس يتم فيه إجراء أكثر من عملية قياس.
مثال	
– قياس كثافة سائل باستخدام جهاز الهيدرومتر وأخذ القراءة مباشرةً منه دون التعويض في أي علاقة رياضية.	– حساب كثافة سائل بقياس حجمه باستخدام المخبار المدرج وقياس كتلته باستخدام الميزان الحساس ثم حساب الكثافة من العلاقة : الكثافة = الكتلة / الحجم
	
▲ قياس كثافة سائل بالهيدرومتر	▲ قياس كثافة سائل بالمخبار المدرج والميزان
عدد عمليات القياس	
– عملية قياس واحدة.	– أكثر من عملية قياس.
العمليات الحسابية	
– لا يتم فيه التعويض في علاقة رياضية.	– يتم التعويض في علاقة رياضية لحساب الكمية.
الأخطاء في القياس	
– يكون هناك خطأ واحد في عملية القياس.	– يكون هناك عدة أخطاء في عملية القياس (فيحدث ما يعرف بتراكم الخطأ).
أمثلة	
– قياس حجم سائل باستخدام المخبار المدرج. – قياس الكثافة بالهيدرومتر.	– قياس الحجم بقياس الطول والعرض والارتفاع وضربهم ببعض – قياس كثافة سائل عن طريق قياس الكتلة بالميزان والحجم باستخدام المخبار المدرج وقسمة الكتلة على الحجم لحساب الكثافة.

خطأ القياس: Measurement error

➢ لا يمكن أن تتم عملية القياس بدقة 100 % ولابد من وجود نسبة ولو بسيطة من الخطأ لوجود عدة مصادر أو أسباب للخطأ في القياس .

أسباب وجود خطأ في القياس

❶ **اختيار أداة قياس غير مناسبة :** (كاستخدام الميزان المعتاد بدل الميزان الحساس لقياس كتلة خاتم ذهبي)

❷ **وجود عيب في أداة القياس :** مثال عيوب الأميتر عند قياس شدة التيار الكهربي

- أن يكون الجهاز قديماً والمغناطيس بداخله أصبح ضعيفاً.
- خروج مؤشر الأميتر عن صفر التدريج عند قطع التيار.

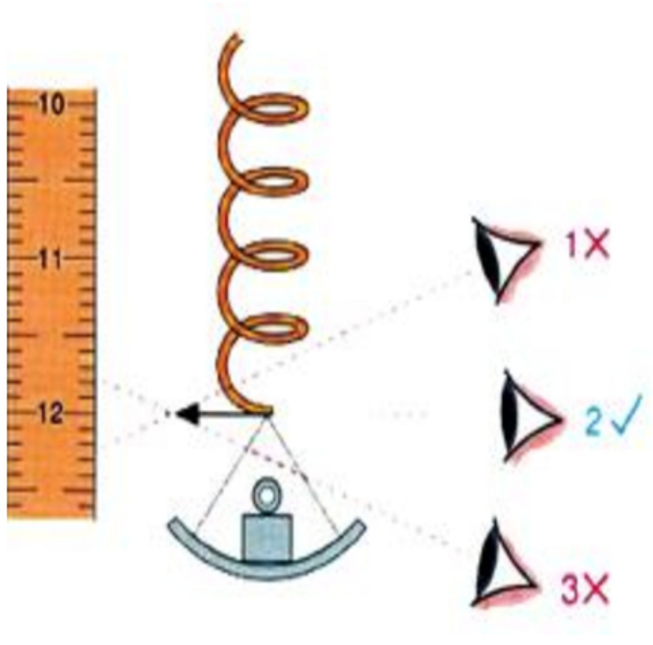
▲ وجود خطأ صفري في التدريج

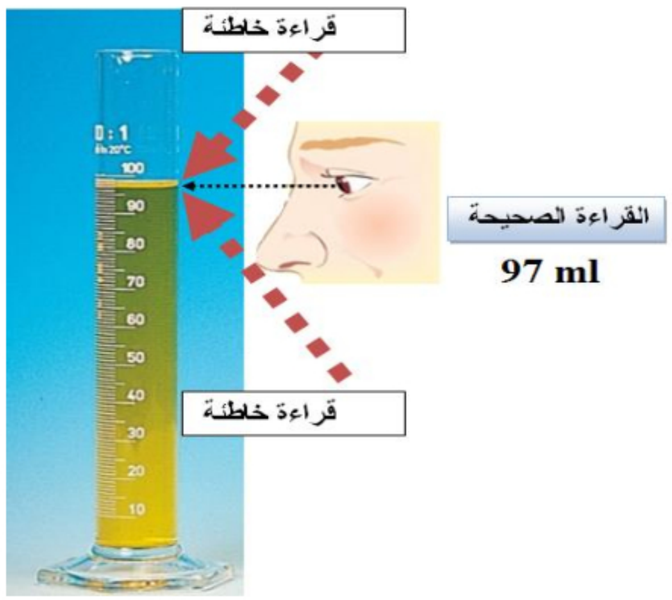
❸ **عوامل بيئية (درجات حرارة أو الرطوبة أو التيارات الهوائية).**

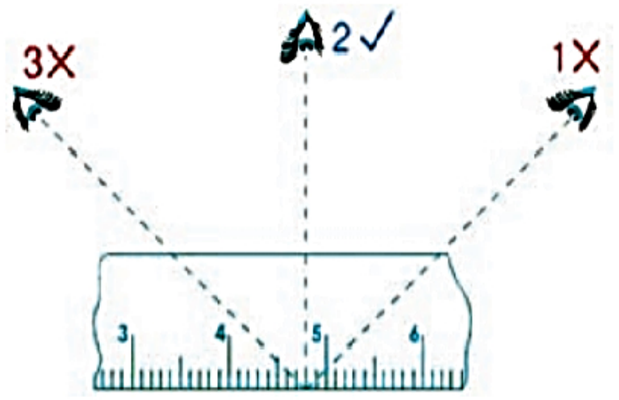
- لذلك يجب وضع الميزان الحساس داخل صندوق زجاجي عند قياس كتلة جسم صغير باستخدامه حتى لا تؤدي التيارات الهوائية إلي حدوث خطأ في عملية القياس.

❹ **إجراء القياس بطريقة خطأ ، مثل:**

- عدم معرفة استخدام الأجهزة متعددة التدريج مثل الملتيميتر.
- النظر إلى المؤشر أو التدريج بزاوية بدلا من أن يكون خط الرؤية عمودياً على الأداة.







الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام:

❶ **المسطرة المترية في قياس طول جسم ما:**

- عدم النظر إلى التدريج بزاوية بل النظر بحيث يكون خط الرؤية عمودياً على التدريج.
- أن يكون طول المقياس مناسب لتدريج المسطرة فلا تستخدم مثلا في قياس أطوال صغيرة جداً.

❷ **الأميتر لقياس شدة التيار الكهربي:**

- التأكد من عدم ضعف المغناطيس الذي بداخل الأميتر.
- وجود المؤشر في البداية عند صفر التدريج.

❸ المخبار المدرج لقياس حجم سائل:

- عدم النظر إلى التدريج بزاوية بل النظر بحيث يكون خط الرؤية عمودياً على التدريج.
- وضعه على مستوى أفقي حتى يكون سطح السائل في مستوى افقي.

❹ الميزان الحساس:

- أن تكون الكتلة المراد قياسها صغيرة.
- وضع الكتلة في منتصف كفة الميزان.
- وضع الميزان في صندوق زجاجي مغلق بعيداً عن التيارات الهوائية.

ملاحظة ... !!

عند إجراء عملية القياس يفضل تكرار القياس عدة مرات وحساب المتوسط وذلك لتقليل نسبة الخطأ في القياس.

فكر وجاوب

اختر:

١ في الشكل الذي أمامك أميتر لقياس شدة التيار الكهربي:

عند مرور تيار كهربي شدته 60 أمبير فيحتمل أن تكون قراءة الأميتر

..... 60 أمبير، بسبب الخطأ الصفري

(أ) أكبر من (ب) أقل من (حـ) تساوي (ء) لا توجد إجابة صحيحة.

٢ قياس الحجم بواسطة المخبار المدرج يعتبر من أنواع القياس .....

(أ) المعقد (ب) المباشر (حـ) غير المباشر (ء) لا توجد إجابة صحيحة

٣ استخدام القدمة ذات الورنية يعتبر قياس .....

(أ) مباشر (ب) غير مباشر (حـ) مباشر وغير مباشر (ء) لا توجد إجابة صحيحة

٤ من أمثله القياس المباشر قياس .....

(أ) شدة التيار الكهربي بالأميتر (ب) كثافة سائل بالهيدرومتر (حـ) طول ورقة بالمسطرة (ء) جميع ما سبق

حساب الخطأ في القياس: Calculation of error in measurement

أولاً حساب الخطأ فى حالة القياس المباشر:

1 الخطأ المطلق (Δx) :

التعريف

هو الفرق بين القيمة الحقيقية X_o والقيمة المقاسة X

العلاقة الرياضية

$$\Delta X = |Xo - X|$$

وحدة القياس

– له وحدة قياس وهي نفس وحدة قياس الكمية المقاسة

ملاحظة ... !!

– الخطأ المطلق دائماً موجب (حتى لو كانت القيمة الحقيقية أقل من القيمة المقاسة).
– لأن المهم هو معرفة مقدار الخطأ سواء كان بالزيادة أو النقصان فمثلاً. $|d - 8d| = 7d$
– وضع الكميتين بين الرمز | | يعني أن يكون الناتج دائماً بالموجب.

2 الخطأ النسبي (r) :

التعريف

– هو النسبة بين الخطأ المطلق ΔX إلي القيمة الحقيقية X_o

العلاقة الرياضية

$$r = \frac{\Delta X}{Xo} = \frac{|Xo - X|}{Xo}$$

وحدة القياس

– ليس له وحدة قياس، لأنه نسبة بين كميتين متماثلتين

ملاحظة ... !!

– الخطأ النسبي r هو المقياس لمدى الدقة في القياس وليس الخطأ المطلق ΔX لأنه يعطي النسبة بين الخطأ المطلق والقيمة الحقيقية.
– يكون القياس أكثر دقة كلما كان الخطأ النسبي صغيراً

يُعبر عن نتيجة عملية القياس بالصيغة : $(X_o \pm \Delta X)$

مثال

قام أحد الطلاب بقياس طول قلم عملياً ووجد أنه يساوي 9.9 cm وكانت القيمة الحقيقية لطول القلم تساوي 10 cm ، احسب الخطأ المطلق والخطأ النسبي وعبر عن نتيجة عملية القياس.
قام طالب آخر بقياس طول الفصل عملياً ووجد أنه يساوي 9.13m وكانت القيمة الحقيقية لطول الفصل تساوي 9.11m احسب الخطأ المطلق والخطأ النسبي وعبر عن نتيجة عملية القياس.

حساب الخطأ المطلق (Δx) للطالب الأول :

$$\Delta X = |Xo - X| = |10 - 9.9| = 0.1 \text{ cm}$$

حساب الخطأ المطلق (Δx) للطالب الثاني :

$$\Delta X = |Xo - X| = |9.11 - 9.13| = |-0.02| = 0.02 \text{ m} \quad OR \quad 2cm$$

حساب الخطأ النسبى (r) للطالب الأول :

$$r = \frac{\Delta X}{Xo} = \frac{0.1}{10} = 0.01 = 1\%$$

حساب الخطأ النسبى (r) للطالب الثاني :

$$r = \frac{\Delta X}{Xo} = \frac{0.02}{9.11} = 0.0022 = 0.22\%$$

ملاحظة ... !!

❶ يمكن التعبير عن طول القلم الرصاص للطالب الأول : $(10 \pm 0.1)\ cm$

❷ يمكن التعبير عن طول الفصل للطالب الثاني : $(9.11 \pm 0.02)\ m$

من مثال❶ , مثال❷ : أي من الطالبين أكثر دقة في القياس:

قياس طول الفصل أكثر دقة من قياس طول القلم لأن الخطأ النسبي في قياس طول الفصل أقل.

(لاحظ بالرغم من أن الخطأ المطلق في قياس طول الفصل أكبر من الخطأ المطلق في قياس طول القلم) ، ولكن قياس طول الفصل أكثر دقة من قياس طول القلم لأن الخطأ النسبي في قياس الفصل أقل.

ثانياً حساب الخطأ فى حالة القياس غير المباشر:

– طريقة حساب الخطأ في القياس غير المباشر تختلف تبعاً للعلاقة الرياضية المستخدمة (جمع – طرح – ضرب – قسمة) أثناء عملية القياس .

الجمع +	الطرح −	الضرب ×	القسمة ÷
كقياس حجم كميتين من سائل وجمع المقدارين	كقياس حجم قطعة نقود بطرح حجم الماء في مخبار مدرج من حجم نفس الماء بعد وضع قطعة النقود في المخبار	كقياس مساحة مستطيل بقياس الطول وقياس العرض وإيجاد حاصل ضربهما	كقياس كثافة سائل بقياس كتلته وحجمه ثم إيجاد حاصل قسمة الكتلة علي الحجم
❶ الخطأ المطلق = الخطأ المطلق الأول + الخطأ المطلق الثاني $\Delta X = \Delta X_1 + \Delta X_2$ $\Delta X = \lvert X_{o1} - X_1 \rvert + \lvert X_{o2} - X_2 \rvert$ ❷ الخطأ النسبى = الخطأ المطلق / القيمة الحقيقية $r = \frac{\Delta X}{X_o}$			❶ الخطأ النسبى = الخطأ النسبى الأول + الخطأ النسبى الثاني $r = r_1 + r_2$ $r = \frac{\Delta X_1}{X_{o1}} + \frac{\Delta X_2}{X_{o2}}$ ❷ الخطأ المطلق = الخطأ النسبى × القيمة الحقيقية $\Delta X = r\, X_o$

ملاحظة ... !!

❶ الأخطاء المطلقة والنسبية تجمع فقط.

❷ القيم الحقيقية تضرب وتجمع وتقسم وتطرح حسب العلاقة الفيزيائية.

مثال ❶ على عملية الجمع ➕

في تجربة معملية لتعيين كمية فيزيائية (L) التي تتعين من جمع كميتين فيزيائيتين (L_1 , L_2) إذا كانت:

$L_1 = (5.2 \pm 0.1)\ cm \quad , L_2 = (5.8 \pm 0.2)\ cm$

فاحسب قيمة L ؟

الإجابة

حساب القيمة الحقيقية لـ (L_o)

$L_o = (5.2 + 5.8) = 11\ cm$

حساب الخطأ المطلق ΔL

$\Delta L = (0.1 + 0.2) = 0.3\ cm$

$\therefore \mathbf{L = (11 \pm 0.3)\ cm}$

مثال ❷ على عملية الطرح ➖

قام مريض بشـــراء دواء فكانت كتلته $(100 \pm 3)\ g$ ثم أخذ منه $(20 \pm 1)\ g$ احســـب كتلة الجزء المتبقي في القياس.

الإجابة

حساب القيمة الحقيقية لـ (m_o)

$m_o = (100 - 20) = 80\ g$

حساب الخطأ المطلق Δm

$\Delta m = (3 + 1) = 4\ g$

$\therefore \mathbf{m = (80 \pm 4)\ g}$

مثال ❸ على عملية الضرب ✖

احسب الخطأ النسبي والخطأ المطلق في قياس مساحة مستطيل A طول $(6 \pm 0.1)m$ وعرضه $(5 \pm 0.2)m$

الإجابة

$A_0 = 5 \times 6 = 30\ m^2$

حساب الخطأ النسبي في قياس الطول:

$r_1 = \frac{\Delta X}{X_o} = \frac{0.1}{6} = 0.017$

حساب الخطأ النسبي في قياس العرض:

$r_2 = \frac{\Delta y}{y_o} = \frac{0.2}{5} = 0.04$

حساب الخطأ النسبي في قياس المساحة :

$r = r_1 + r_2 = 0.017 + 0.04 = \mathbf{0.057}$

حساب الخطأ المطلق في قياس المساحة:

$\Delta A = r \times A_0 = 0.057 \times (5 \times 6) = 1.7\ m^2$

وبناء على ذلك تكون مساحة المستطيل:

$\mathbf{A = (30 \pm 1.7)\ m^2}$

مثال ❹ على عملية القسمة ➗

احسب الخطأ النسبي والخطأ المطلق في قياس كثافة سائل ρ كتلته $(100 \pm 1)\ kg$ وحجمه $(25 \pm 0.5)\ m^3$

الإجابة

$\rho_0 = \frac{m_o}{V_{olo}} = \frac{100}{25} = 4\ \ Kg/m^3$

حساب الخطأ النسبي في قياس الكتلة:

$r_1 = \frac{\Delta m}{m_o} = \frac{1}{100} = 0.01$

حساب الخطأ النسبي في قياس الحجم:

$r_2 = \frac{\Delta V_{ol}}{V_{ol_o}} = \frac{0.5}{25} = 0.02$

حساب الخطأ النسبي في قياس الكثافة:

$r = r_1 + r_2 = 0.01 + 0.02 = \mathbf{0.03}$

حساب الخطأ المطلق في قياس الكثافة:

$\Delta\rho = r \times \rho_0 = 0.03 \times (4) = 0.12\ Kg/m^3$

وبناء على ذلك تكون كثافة السائل:

$\boldsymbol{\rho = (4 \pm 0.12)\ Kg/m^3}$

مثال 5

احسب الخطأ النسبي والمطلق في قياس حجم متوازي مستطيلات أبعاده علي النحو التالي:

البعد	الكمية المقاسة	الكمية الحقيقية
الطول X	4.3 cm	4.4 cm
العرض y	3.3 cm	3.5 cm
الارتفاع Z	2.8 cm	3 cm

الإجابة

$$r_1 = \frac{\Delta X}{X_o} = \frac{|X_{o1} - X_1|}{X_{o1}} = \frac{|4.4 - 4.3|}{4.4} = \frac{0.1}{4.4} = 0.023$$

$$r_2 = \frac{\Delta y}{y_o} = \frac{|X_{o2} - X_2|}{X_{o2}} = \frac{|3.5 - 3.3|}{3.5} = \frac{0.2}{3.5} = 0.057$$

$$r_3 = \frac{\Delta Z}{Z_o} = \frac{|X_{o3} - X_3|}{X_{o3}} = \frac{|3 - 2.8|}{3} = \frac{0.2}{3} = 0.066$$

$$r = r_1 + r_2 + r_3 = 0.023 + 0.057 + 0.066 = \mathbf{0.146}$$

$$V_{ol_0} = X_o . y_o . Z_o = 4.4 \times 3.5 \times 3 = 46.2\ cm^3$$

$$\Delta V_{ol} = r \times V_{ol_0} = 0.146 \times 46.2 = 6.74\ cm^3$$

$$\mathbf{V_{ol} = (46.2 \pm 6.74)\ cm^3}$$

فكر وجاوب

اختر:

١ إذا كان $X = (5 \pm 0.1)\ cm$ فإن X^2 تساوي..... cm^2

أ (25 ± 0.2) ب (25 ± 2) ج (25 ± 0.1) د (25 ± 1)

٢ الخطأ المطلق في قياس محيط مثلث أبعاده هي $(5 + 0.1)\ cm$ و $(4 + 0.1)\ cm$ و $(3 + 0.2)\ cm$ يساوي .....

أ $12\ cm$ ب $1.12\ cm$ ج $2 \times 10^{-3}\ cm$ د $0.4\ cm$

٣ إذا كانت $X = (90 \pm 2)\ m$ فإن مقدار عدم التأكد من القياس يساوى .....

أ $2\ m$ ب $90\ m$ ج $45\ m$ د $0.022\ cm$