الوحدة الأولى

النظام الدولى للقياس SI

تعنى SI بالفرنسية système Internationale ومعناها النظام الدولى الذى يختص بوحدات القياس الطبيعية الأساسية التى تستخدم فى العلوم والتكنولوجيا . وهذه الوحدات الأساسية تسع يبينها الجدول التالى :

الكمية الطبيعية	وحدة القياس	رمز وحدة القياس
الطول	metre	m (م)
الكتلة	kilogram	kg (كجم)
الزمن	second	s (ث)
الزاوية المستوية	radian	rad (د)
كمية المادة	mole	mol
شدة التيار الكهربى	ampere	A
شدة الإضاءة	candela	cd
الزاوية المجسمة	steradian	sr
درجة الحرارة الثرموديناميكية	kelvin	k

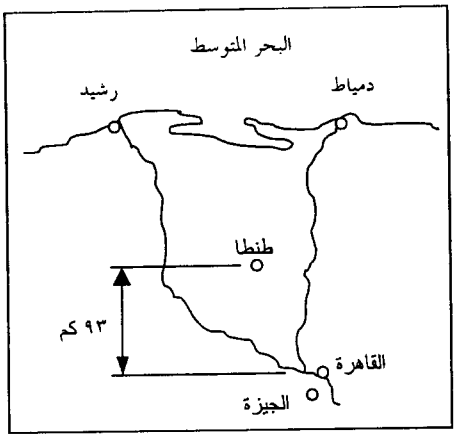
وتسمى باقى الوحدات التى تستخدم فى العلوم الطبيعية بالوحدات المشتقة ذلك لأنها تتكون من تركيب الوحدت السابقة فمثلاً :

- **الحجم** : يقاس بالمتر المكعب فوحدته هى م^{3}
- **الكثافة** : هى كتلة وحدة الحجوم ووحدتها كجم/م^{3}
- **السرعة** هى المسافة المقطوعة فى وحدة الزمن ووحدتها م/ث وهكذا . جدير بالذكر أن تلك الوحدات الطبيعية قد تكون غير ملائمة إذا ما استخدمنا كميات

كبيرة جدًا أو صغيرة جدًا منها . ومن هنا نشأت الحاجة إلى مضاعفات أو أجـزاء من هذه الوحدات الطبيعية . فمثلاً قد يكون من الأنسب أن نصف خطوة قـلاووظ بـ ١,٢٥ مم بـدلاً مـن ٠,٠٠١٢٥ م أو نستخدم ٠,٠٠١أمبـير بـدلاً مـن أمبـير إذا علمنا أن ٥ أمبير فقط يحتاجها مترو كهربى يسير على القضبان .

• المضاعفات :

لتتناول الآن المضاعفات والأجزاء لبعض الوحدات الشائعة .

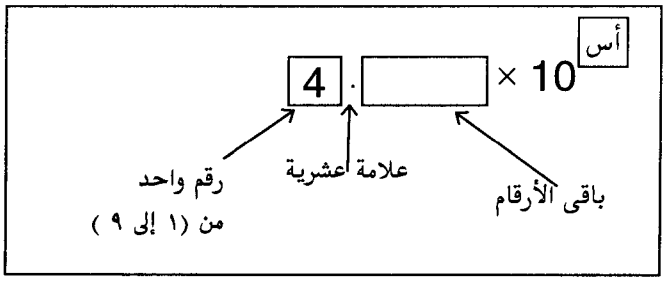


فى الخريطة المبينة يبلغ طـول الطريـق من القـاهرة إلى طنطـا حـوالى ٩٣٠٠٠ مـتر تقريباً . مثل هذه المسافات الطويلة يكـون من الأنسب استخدام الكليـو مـترات بـدلاً من الأمتار وبهذا تصبـح المسـافة ٩٣ كليـو متراً . والمقطع « كيلو » يساوى ١٠٠٠ ، فمثـلاً كيلـو جـرام يسـاوى ١٠٠٠ جـم ، وكيلـو مـتر يسـاوى ١٠٠٠ مـتر وهكـذا . ويبين الجدول التالى المضاعفات الشائعة :

المقطع	الرمز	المضاعف
deca-	da	10^{1} (x 10)
hecto-	h	10^{2} (x 100)
kilo-	k	10^{3} (x 1000)
mega-	M	10^{6} (x 1000 000)
gega-	G	10^{9} (x 1000 000 000)
tera-	T	10^{12} (x 1000 000 000 000)

ولا يهمنا فى الآونة الحالية المضاعفات الكبيرة جداً والتى تسـتعمل عـادة فـى هندسة الإلكترونيات وحسـاب الإجـهادات . وعمومـاً فإنـه يمكننـا كتابـة الرقـم

٢٥٠٠ على الصورة ٢,٥ × ١٠^{٣} وكذلك الرقم ٢٥٠٠,٠٠٠ على الصورة ٢,٥ × ١٠^{٦} أو 10^{6} × 2.5 وهذه ما نسميها بالصورة القياسية لكتابة الأرقام وتتكون من الآتى :



• الأجزاء :

أحياناً تكون الكميات صغيرة جدًا بحيث تصبح الوحدات الطبيعية أكبر من اللازم ، مثلاً إذا أردنا قياس سمك لوح معدنى فقد يكون من الأفضل كتابتها على الصورة ٠,٣ مم بدلاً ٣ ٠٠٠٠ م . وهنا استخدمنا المقطع « مللى » ويعنى جزءًا من الألف . ويبين الجدول التالى الأجزاء المختلفة :

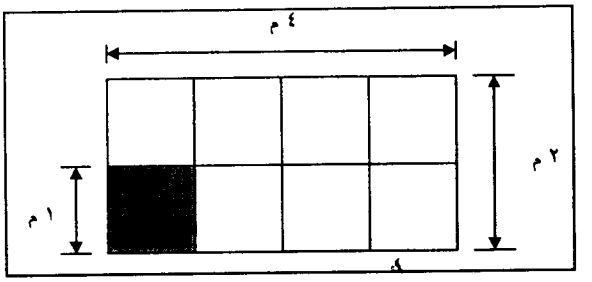
المقطع	الرمز	الجزء
deci-	d	10^{-1} (x 0.1)
centi-	c	10^{-2} (x 0.01)
milli-	m	10^{-3}(x 0.001)
micro-	u	10^{-6}(x 0.000 001)
nano-	n	10^{-9}(x 0.000 000 001)
pico-	p	10^{-12}(x 0.000 000 000 00 1)
femto-	f	10^{-15}(x 0.000 000 000 000 00 1)
atto-	a	10^{-18} (x 0.000 000 000000 000 00 1)

وكما قلنا سابقاً فإنه لا يهمنا الوحدات أو الأجزاء المتناهية فى الصغر فهى تستخدم فى مجال الإلكترونيات وهندسة الاتصالات .

• الوحدات المشتقة :

وهى الوحدات التى تشتق من الوحدات الطبيعية الأساسية التى ذكرناها عن طريق الضرب أو القسمة .

* الشكل المبين يمثل أرضية غرفة والمطلوب إيجاد مساحتها وذلك بضرب الطول فى العرض كالآتى :



المساحة = الطول × العرض

= ٤ م × ٢ م

= ٤ × ٢ × م × م

= ٨ م × م = ٨ م^{٢}

ومعنى ذلك ثمانية مربعات كل منها مساحته ١ م^{٢} . وكان من الممكن استخدام الملليمتر والملليميتر المربع أو الكيلو متر والكيلو متر المربع إلا أنه فى هذه الحالة من المناسب استخدام المتر والمتر والمربع ولأننا ضربنا وحدتين أساسيتين فى بعضهما (م × م) فإن النتيجة (م^{٢}) تسمى وحدة مشتقة . ونفس المبدأ ينطبق على وحدة الحجوم . فمثلاً عند حساب حجم غرفة قاعدتها ٣٠ مترًا مربعًا وارتفاعها ٣ أمتار فإن الحجم هو :

الحجم = مساحة القاعدة × الارتفاع

= ٣٠ م^{٢} × ٣ م

= ٩٠ م^{٣}

وهكذا يتبقى لدينا وحدة جديدة هى الـ م^{٣} وهى ناتج ضرب وحدة أساسية (م) ثلاث مرات .

بالمثل فإن السرعة = $\frac{\text{المسافة (م)}}{\text{الزمن (ث)}}$ = متر/ثانية (أو م/ث أو م ث$^{-١}$)

وبالتالى فإن (م/ث) هى وحدة مشتقة تناسب السرعة ، أما معدل تغير السرعة نفسها مع الزمن وهو ما نسميه بالعجلة فهو يساوى :

العجلة = $\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{م/ث}}{\text{ث}}$ = م/ث^{٢} أو م ث$^{-٢}$

كذلك يمكن اشتقاق وحدة القوة وهى التى تساوى = الكتلة × العجلة كالآتى :

القوة (نيوتن) = الكتلة (كجم) × العجلة (م/ث^{2}) = كجم . م /ث^{2}

وهى التى استنتجها العالم إسحق نيوتن . ويبين الجدول التالى بعض الوحدات المشتقة الشائعة :

الكمية	الرمز	وحدة القياس	رمز وحدة القياس
المساحة	A	square metre	(م^{2}) m^2
الحجم	V	cubic metre	(م^{3}) m^3
الوزن	W	newton	(نيوتن) N
القوة	F	newton	(نيوتن) N
الكثافة	I	Kilogram per cubic metre	(كجم/م^{3}) Kg/m^3
الطاقة	Q	Joule	(جول) J
القدرة	P	watt	(وات) W
السرعة	V	metre per second	(م/ث) m /s
العجلة	a	metre per second squared	(م/ث^{2}) m/s^2
الطاقة الكهربية	U	volt	(فولث) V
القوة الدافعة الكهربية	E	volt	(فولت) V
المقاومة الكهربية	R	ohm	(أوميجا) Ω
المقاومة النوعية	ρ	ohm - metre	(أوميجا . متر) Ω m

وإليك بعض القواعد التى يجب اتباعها عند استخدام الرموز والوحدات بطريقة صحيحة فى المراجع العلمية :

- أن رمز الكمية الطبيعية يظهر باللاتينية وبخط مائل (italic) .
- أن رمز وحدة القياس يظهر قائمًا دائمًا .
- إذا كان رمز الوحدة يعود إلى مكتشفه فإنه يكون حرفًا عاليًا (capital) .

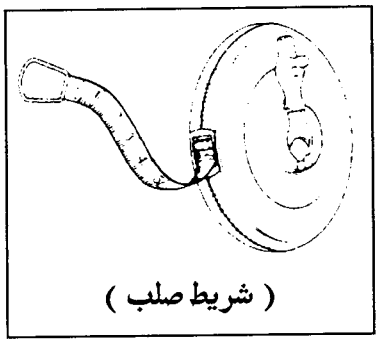
مثلاً فإن جيمس وات James Watt هو الذى أوجد وحدات القدرة وهى المعروفة بالوات ورمزها (W) كما يظهر فى الجدول السابق . كذلك فإن وحدة قياس الحث المغناطيسى هى الصغرى ورمزها (H) ووحدة قياس الذبذبات هى الهرتز (Hz) .

• القياس :

حينما نقول بأن طول غرفة ما هو ثلاثة أمتار فإننا فى الواقع نواجه سؤالين :

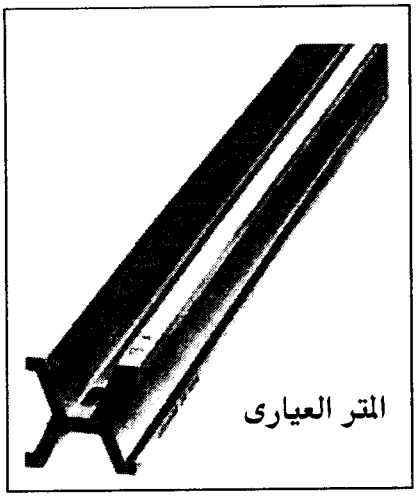
الأول : كيف عرفنا أن طول الغرفة هو ثلاثة أمتار ؟

والثانى : ما هو طول المتر نفسه ؟



(شريط صلب)

وإجابة السؤال الأول هى أننا قارنا طول الغرفة بمقياس على شريط قياس صلب كالمبين . وفى الواقع فإن كل القياسات التى نجريها تتم بمقارنة بعد أو خاصية بمقياس معروف ، ولهذا فالقياس هو بالضبط عملية مقارنة .



المتر العيارى

أما الإجابة على السؤال الثانى فإن طول المتر القياسى الدولى (المتر العيارى) هو المسافة بين خطين عموديين على الحد الأفقى لعمود من البلاتين والإيريديوم محفوظ فى المكتب الدولى للأوزان والمقاييس فى باريس وصورته هى المبينة أمامك ومع ذلك فإنه لاعتبارات علمية وقياسات فنية لم يعد هذا العمود رقيقاً بدرجة كافية وبالتالى فإن المتر العيارى الدولى أعيد تعريفه ليكون « **طول المسافة التى يقطعها شعاع الليزر فى واحد على ٢٩٩٧٩٢٥٦٨ من الثانية** » . والليزر المستخدم فى هذا المقياس معرف بمنتهى الدقة بالإضافة إلى ظروف استخدامه .

وبالطبع فنحن لا نتوقع أن يكون شريط القيـاس الصلـب قـد تم فحصـه بـهذا القياس الدقيق ، ولكن بالضرورة قد تم فحصه على مقياس عيـارى خضـع بـدوره للفحص بمقياس الليزر . ومن ناحية أخرى فـإن مقيـاس البلاتـين والإيريديـوم لا يمكن نسخه أو إحلالـه ، كما لا يمكن قياسه بدقة كافية لمتطلبـات اليـوم فضـلاً عن عدم استقراره وذلك للتغيرات التى تعتريه مع الوقت .

أما مقياس الليزر فإنه يمكن نسخه فى عدة أمـاكن ومراكـز مـن العـالم كمـا يمكـن إحلاله بجهاز آخر لو أنه تلف لأى سبب دون فقد أى دقة فيه : ومن هنا فباستطاعة المصنّعين معايرة أجهزة قياسهم ومنتجاتهم بالرجوع إلى هذه المراكز بسهولة .

• الكتلة :

الكتلة هى ما يحتويه أى جسم من مـادة وتعتمد على عـدد وحجـم الـذرات فـى هـذا الجسم والوحدة الأساسية لقياسها هى الكليو جـرام . والكيلـو جـرام العيـارى هـــو كتلـــة أسطوانة مـــن البلاتـين والإيريديـوم محفوظـة فـى المكتـب الـدولى لـلأوزان والمقـاييس فـــى باريس وصورته هى التى تظهر فى الشكل .

الكيلو جرام العيارى

• الزمن :

وحدته هى الثانية وهى جزء من العام ١٩٠٠ ، وبكـل أسـف فإنـه لا يمكننـا العودة إلى هذا العام لاختبار ما إذا كانت هذه القيمة صحيحة أو لا .

أما التعريف الحديث للثانية فهى « **الزمن الذى يستغرقه عـدد محـدود مـن دورات الإشعاعات الكهرومغناطيسية الترددية المنتظمة والصـادرة مـن النظـير المشع سيزيوم ١٣٣** » وهكـذا فـإن أى مقيـاس للوقـت يمكـن معايرتـه نسـبة إلى مقياس يتم معايرته على الساعة الذرية التى وصفناها .

اختبر معلوماتك

* اختر الإجابة الصحيحة مما يلى :

(١) عند تحويل ١,٤ كم إلى م فإن النتيجة هى :

أ ــ ١٤٠٠٠ م　　ب ــ ١٤٠٠ م

جـ ـ ١٤٠ م　　د ــ ١٤٠٠٠٠ م

(٢) ٥١٠٠٠ جم إلى كجم :

أ ــ ٥١٠ كجم　　ب ــ ٥,١ كجم

جـ ـ ٥١ كجم　　د ــ ٠,٥١ كجم

(٣) $٩,٤ \times ١٠^{-٨}$ ثانية إلى ميكرو ثانية :

أ ــ $٩,٤ \times ١٠^{-٢}$ ميكرو ثانية　　ب ــ ٩٤٠ ميكرو ثانية

جـ $٩,٤ \times ١٠^{-١٤}$ ميكرو ثانية　　د ــ ٩٤ ميكرو ثانية

تذكر أنه عند التحويل إلى وحدة أصغر فإننا نضرب فى معامل معيّن والكمية الناتجة تكون أكبر والعكس صحيح ، فمثلاً عند تحويل ٥ كجم إلى جم فالنتيجة هى : ٥ × ١٠٠٠ = ٥٠٠٠ جم

(٤) تتكون الكمية الطبيعية من :

أ ــ عدد　　ب ــ وحدة

جـ ـ عدد × وحدة قياس　　د ــ عدد مقسوم على وحدة قياس

(٥) وحدة القياس الأساسية للطول هى :

أ ــ ميلليمتر　　ب ــ سنتيمتر

جـ ــ كيلو متر　　د ــ متر

(٦) وحدة القياس الأساسية للكتلة هى :

أ ـ جم　　ب ـ نيوتن

جـ ـ كيلو جرام　　د ـ طن

(٧) وحدة الزمن الأساسية هى :

أ ـ ثانية　　ب ـ دقيقة

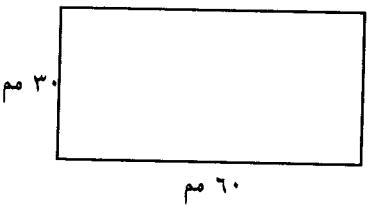
جـ ـ ساعة　　د ـ سنة فلكية

(٨) المقطع -kilo (K) قبل الوحدة يعنى مضاعف قدره :

أ ـ ١٠　　ب ـ $١٠^{٣}$

جـ ـ $١٠^{٦}$　　د ـ $١٠^{٩}$

(٩) مساحة المستطيل المبين هى :



أ ـ ١٨٠٠ مم　　ب ـ ١٨٠٠ $مم^{٢}$

جـ ـ ١٨٠٠ $م^{٣}$　　د ـ ١,٨ م

(١٠) معامل مضاعف = $١٠^{٦}$ هو نفسه

أ ـ × ١٠٠٠　　ب ـ × ٦٠٠٠

جـ ـ × ٦٠٠٠٠٠٠　　د ـ × ١٠٠٠٠٠٠٠

(١١) معامل = $١٠^{-٣}$ هو نفسه

أ ـ × ٠,٠٠١　　ب ـ × ٠,٠٠٣

جـ ـ × ٠,٠٠١　　د ـ × ٠,٠٠٣

(١٢) ١٥ مم تساوى :

أ ـ ٠,٠٠٠١٥ م　　ب ـ ٠,٠١٥م

جـ ـ ٠,١٥ م　　د ـ ١,٥ م .

(١٣) رمز الطول هو

أ ـ m　　ب ـ *m*

جـ ـ I　　د ـ *l*

(١٤) قضيب مساحة مقطعه = ١٠ مم^{٢} وطوله ١ م يكون حجمه :

أ ــ ١٠ مم^{٣} ب ــ ١٠٠ مم^{٣}

جـ ـ ١٠٠٠ مم^{٣} د ـ ١٠,٠٠٠ مم^{٣}

(١٥) جسم يقطع ١٥م فى ثلاث ثوان تكون سرعته :

أ ــ ٥ م/ث ب ــ ٤٥ م/ث

جـ ـ ٥ م . ث د ـ ٤٥ م/ث^{٢}

(١٦) سيارة تسير بسرعة ٦٠ كم/ساعة تساوى فى سرعتها دراجة نارية تسير بسرعة :

أ ــ ٦٠٠ م/دقيقة ب ــ ١٠٠٠ م/دقيقة

جـ ـ ٣٦٠٠ م/دقيقة د ـ ٦٠٠٠ م/دقيقة

(١٧) السيارة التى تزيد سرعتها بانتظام :

أ ــ تحتفظ بسرعة ثابتة ب ــ واقفة

جـ ـ تسير بعجلة تزايدية د ــ تسير بعجلة تناقصية .

(١٨) معادلة حساب سرعة أى جسم هى :

أ ـ السرعة = المسافة × الزمن ب ـ السرعة = المسافة ÷ الزمن

جـ ـ السرعة = الزمن ÷ المسافة د ـ السرعة = المسافة × الزمن^{٢}

وكما أن لغة الرياضيات الحرف « k » يعنى ألف من أى وحدة ، مثـلاً kg (ألف جم) فإنه فى اللغة العامية يحمل المعنى نفسه ، فيقـال أن هـذا الموظـف يتقاضى 10 K بمعنى ١٠,٠٠٠ جنيه وهكذا . والآن سوف نذكر بعض الأحـداث التى تستخدم مضاعفات وأجزاء الزمن من الحياة العلمية .

الزمن التقريبى (ثانية)	الحـدث
$١٠^{١٨}$	العمر المتوقع للشمس
$١٠^{١٧}$	عمر الأرض
$١٠^{١٥}$	الزمن منذ ظهور الديناصورات على وجه الأرض
$١٠^{١٣}$	الزمن منذ ظهور الإنسان الأول على الأرض
$١٠^{١٠}$	الزمن منذ عاش أسحق نيوتن
$١٠^{٩}$	متوسط عمر الإنسان
$١٠^{٧}$	زمن فصل دراسى
$١٠^{٥}$	يوم واحد
$١٠^{صفر} = ١$	ثانية واحدة
$١٠^{-٢}$	الزمن اللازم حتى يعبر الصوت حجرة
$١٠^{-٧}$	الزمن اللازم حتى يعبر إلكترون أنبوبة تليفزيون
$١٠^{-٨}$	الزمن اللازم حتى يعبر الضوء حجرة
$١٠^{-١١}$	الزمن اللازم حتى يعبر الضوء عدسة نظارة
$١٠^{-٢٢}$	الزمن الذى تستغرقه بعض الحوادث داخل الذرة