

الوحدة الأولى

النظام الدولي للقياس SI

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

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

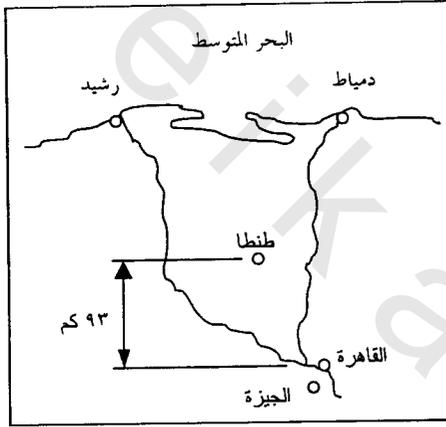
وتسمى باقى الوحدات التى تستخدم فى العلوم الطبيعية بالوحدات المشتقة ذلك لأنها تتكون من تركيب الوحدات السابقة فمثلاً :

- الحجم : يقاس بالتر المكعب فوحدته هي م³
- الكثافة : هي كتلة وحدة الحجم ووحدتها كجم/م³
- السرعة هي المسافة المقطوعة فى وحدة الزمن ووحدتها م/ث وهكذا . جدير بالذكر أن تلك الوحدات الطبيعية قد تكون غير ملائمة إذا ما استخدمنا كميات

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

• المضاعفات :

لنتناول الآن المضاعفات والأجزاء لبعض الوحدات الشائعة .

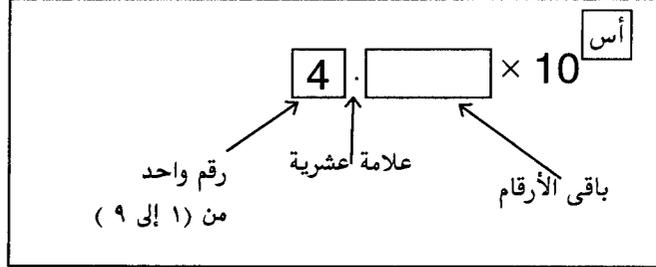


فى الخريطة المبينة يبلغ طول الطريق من القاهرة إلى طنطا حوالى ٩٣٠٠٠ متر تقريباً . مثل هذه المسافات الطويلة يكون من الأنسب استخدام الكيلو مترات بدلاً من الأمتار وبهذا تصبح المسافة ٩٣ كيلو متراً . والمقطع « كيلو » يساوى ١٠٠٠ ، فمثلاً كيلو جرام يساوى ١٠٠٠ جم ، وكيلو متر يساوى ١٠٠٠ متر وهكذا .
وببين الجدول التالى المضاعفات الشائعة :

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

ولا يهمنى فى الآونة الحالية المضاعفات الكبيرة جداً والتي تستعمل عادة فى هندسة الإلكترونيات وحساب الإجهادات . وعموماً فإنه يمكننا كتابة الرقم

٢٥٠٠ على الصورة ٢,٥ × ٣١٠ وكذلك الرقم ٢٥٠٠,٠٠٠ على الصورة ٢,٥ × ١٠^٦ أو ٢,٥ × ١٠^٦ وهذه ما نسميها بالصورة القياسية لكتابة الأرقام وتتكون من الآتى :



• الأجزاء :

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

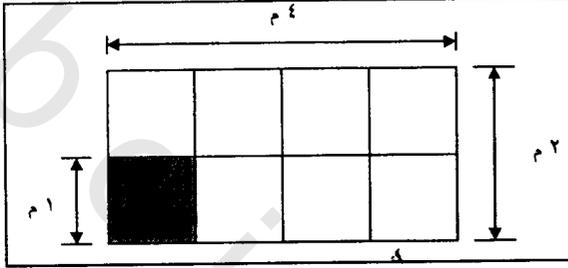
المقطع	الرمز	الجزء
deci-	d	10^{-1} (x 0.1)
centi-	c	10^{-2} (x 0.01)
milli-	m	10^{-3} (x 0.001)
micro-	u	10^{-6} (x 0.000 001)
nano-	n	10^{-9} (x 0.000 000 001)
pico-	p	10^{-12} (x 0.000 000 000 001)
femto-	f	10^{-15} (x 0.000 000 000 000 001)
atto-	a	10^{-18} (x 0.000 000 000000 000 001)

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

• الوحدات المشتقة :

وهي الوحدات التي تشتق من الوحدات الطبيعية الأساسية التي ذكرناها عن طريق الضرب أو القسمة .

* الشكل المبين يمثل أرضية غرفة والمطلوب إيجاد مساحتها وذلك بضرب



الطول في العرض كالآتي :

$$\text{المساحة} = \text{الطول} \times \text{العرض}$$

$$= 4 \text{ م} \times 2 \text{ م}$$

$$= 4 \times 2 \text{ م} \times \text{م}$$

$$= 8 \text{ م} \times \text{م} = 8 \text{ م}^2$$

ومعنى ذلك ثمانية مربعات كل منها مساحته $2 \text{ م} \times 1 \text{ م}$. وكان من الممكن استخدام الملليمتر والملليمتر المربع أو الكيلو متر والكيلو متر المربع إلا أنه في هذه الحالة من المناسب استخدام المتر والمتر والمربع ولأننا ضربنا وحدتين أساسيتين في بعضهما ($\text{م} \times \text{م}$) فإن النتيجة (م^2) تسمى وحدة مشتقة . ونفس المبدأ ينطبق على وحدة الحجم . فمثلاً عند حساب حجم غرفة قاعدتها 30 متراً مربعاً وارتفاعها 3 أمتار فإن الحجم هو :

$$\text{الحجم} = \text{مساحة القاعدة} \times \text{الارتفاع}$$

$$= 30 \text{ م}^2 \times 3 \text{ م}$$

$$= 90 \text{ م}^3$$

وهكذا يتبقى لدينا وحدة جديدة هي الم^3 وهي ناتج ضرب وحدة أساسية (م)

ثلاث مرات .

$$\text{بالمثل فإن السرعة} = \frac{\text{المسافة} (\text{م})}{\text{الزمن} (\text{ث})} = \text{متر/ثانية} (\text{م/ث أو م/ث}^{-1})$$

وبالتالي فإن (م/ث) هي وحدة مشتقة تناسب السرعة ، أما معدل تغير

السرعة نفسها مع الزمن وهو ما نسميه بالعجلة فهو يساوى :

$$\text{العجلة} = \frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{م/ث}}{\text{ث}} = \text{م/ث}^2 \text{ أو م}^2 \text{ ث}^{-2}$$

كذلك يمكن اشتقاق وحدة القوة وهي التى تساوى = الكتلة \times العجلة كالتالى :

القوة (نيوتن) = الكتلة (كجم) \times العجلة (م/ث^٢) = كجم . م /ث^٢

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

الكمية	الرمز	وحدة القياس	رمز وحدة القياس
المساحة	A	square metre	m ² (م ^٢)
الحجم	V	cubic metre	m ³ (م ^٣)
الوزن	W	newton	N (نيوتن)
القوة	F	newton	N (نيوتن)
الكثافة	I	Kilogram per cubic metre	Kg/m ³ (كجم/م ^٣)
الطاقة	Q	Joule	J (جول)
القدرة	P	watt	W (وات)
السرعة	V	metre per second	m /s (م /ث)
العجلة	a	metre per second squared	m/s ² (م/ث ^٢)
الطاقة الكهربائية	U	volt	V (فولت)
القوة الدافعة الكهربائية	E	volt	V (فولت)
المقاومة الكهربائية	R	ohm	Ω (أوميغا)
المقاومة النوعية	ρ	ohm - metre	Ω m (أوميغا . متر)

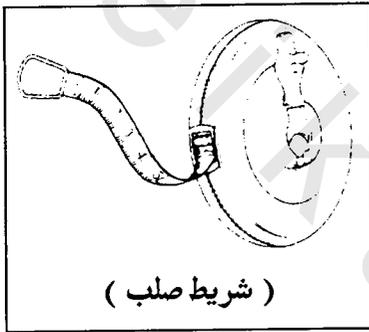
وإليك بعض القواعد التى يجب اتباعها عند استخدام الرموز والوحدات بطريقة صحيحة فى المراجع العلمية :

- أن رمز الكمية الطبيعية يظهر باللاتينية وبخط مائل (italic) .
- أن رمز وحدة القياس يظهر قائماً دائماً .
- إذا كان رمز الوحدة يعود إلى مكتشفه فإنه يكون حرفاً عالياً (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 ؟



(شريط صلب)

والثانى : ما هو طول المتر نفسه ؟

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 وبالتالي

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 القياس الصلب قد تم فحصه بهذا القياس الدقيق ، ولكن بالضرورة قد تم فحصه على مقياس عيارى خضع بدوره للفحص بمقياس الليزر . ومن ناحية أخرى فإن مقياس البلاتين والإيريديوم لا يمكن نسخه أو إحلاله ، كما لا يمكن قياسه بدقة كافية لمتطلبات اليوم فضلاً عن عدم استقراره وذلك للتغيرات التي تعتربه مع الوقت .

أما مقياس الليزر فإنه يمكن نسخه فى عدة أماكن ومراكز من العالم كما يمكن 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 :



الكيلو جرام العيارى

الكتلة هى ما يحتويه أى جسم من مادة وتعتمد على عدد وحجم الذرات فى هذا الجسم والوحدة الأساسية لقياسها هى الكليو جرام . والكيلو جرام العيارى هو كتلة أسطوانة من البلاتين والإيريديوم محفوظة فى المكتب الدولى للأوزان والمقاييس فى باريس وصورته هى التى تظهر فى الشكل .

• الزمن :

وحدته هى الثانية وهى جزء من العام ١٩٠٠ ، وبكل أسف فإنه لا يمكننا العودة إلى هذا العام لاختبار ما إذا كانت هذه القيمة صحيحة أو لا . أما التعريف الحديث للثانية فهى « الزمن الذى يستغرقه عدد محدود من دورات الإشعاعات الكهرومغناطيسية الترددية المنتظمة والصادرة من النظير المشع سيزيوم ١٣٣ » وهكذا فإن أى مقياس للوقت يمكن معايرته نسبة إلى مقياس يتم معايرته على الساعة الذرية التى وصفناها .

اختبر معلوماتك

* اختر الإجابة الصحيحة مما يلي :

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

أ - ١٤٠٠٠ م

ب - ١٤٠٠ م

ج - ١٤٠ م

د - ١٤٠٠٠٠ م

(٢) ٥١٠٠٠ جم إلى كجم :

أ - ٥١٠ كجم

ب - ٥,١ كجم

ج - ٥١ كجم

د - ٠,٥١ كجم

(٣) $١٠ \times ٩,٤^{-١}$ ثانية إلى ميكرو ثانية :

أ - $١٠ \times ٩,٤^{-٢}$ ميكرو ثانية

ب - ٩٤٠ ميكرو ثانية

ج - $١٠ \times ٩,٤^{-١٤}$ ميكرو ثانية

د - ٩٤ ميكرو ثانية

تذكر أنه عند التحويل إلى وحدة أصغر فإننا نضرب في معامل معين والكمية الناتجة تكون أكبر والعكس صحيح ، فمثلاً عند تحويل ٥ كجم إلى جم فالنتيجة هي : $٥٠٠٠ = ١٠٠٠ \times ٥$ جم

(٤) تتكون الكمية الطبيعية من :

أ - عدد

ب - وحدة

ج - عدد \times وحدة قياس

د - عدد مقسوم على وحدة قياس

(٥) وحدة القياس الأساسية للطول هي :

أ - ميلليمتر

ب - سنتيمتر

ج - كيلو متر

د - متر

(٦) وحدة القياس الأساسية للكتلة هي :

- أ - جم
ب - نيوتن
ج - كيلو جرام
د - طن

(٧) وحدة الزمن الأساسية هي :

- أ - ثانية
ب - دقيقة
ج - ساعة
د - سنة فلكية

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

- أ - ١٠
ب - ١٠^٣
ج - ١٠^٦
د - ١٠^٩

(٩) مساحة المستطيل المبين هي :



- أ - ١٨٠٠ م
ب - ١٨٠٠ م^٢
ج - ١٨٠٠ م^٣
د - ١,٨ م

(١٠) معامل مضاعف = ١٠^٦ هو نفسه

- أ - ١٠٠٠ ×
ب - ٦٠٠٠ ×
ج - ٦٠٠٠٠٠٠ ×
د - ١٠٠٠٠٠٠٠ ×

(١١) معامل = ١٠^{-٣} هو نفسه

- أ - ٠,٠٠١ ×
ب - ٠,٠٠٣ ×
ج - ٠,٠٠١ ×
د - ٠,٠٠٣ ×

(١٢) ١٥ مم تساوى :

- أ - ٠,٠٠٠١٥ م
ب - ٠,٠١٥ م
ج - ٠,١٥ م
د - ١,٥ م

(١٣) رمز الطول هو

- أ - m
ب - m
ج - l
د - l

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

- أ - ١٠ مم^٣
ب - ١٠٠ مم^٣
ج - ١٠٠٠ مم^٣
د - ١٠,٠٠٠ مم^٣

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

- أ - ٥ م/ث
ب - ٤٥ م/ث
ج - ٥ م . ث
د - ٤٥ م/ث^٢

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

تسير بسرعة :

- أ - ٦٠٠ م/دقيقة
ب - ١٠٠٠ م/دقيقة
ج - ٣٦٠٠ م/دقيقة
د - ٦٠٠٠ م/دقيقة

(١٧) السيارة التى تزيد سرعتها بانتظام :

- أ - تحتفظ بسرعة ثابتة
ب - واقفة
ج - تسير بعجلة تزايدية
د - تسير بعجلة تناقصية .

(١٨) معادلة حساب سرعة أى جسم هى :

- أ - السرعة = المسافة × الزمن
ب - السرعة = المسافة ÷ الزمن
ج - السرعة = الزمن ÷ المسافة
د - السرعة = المسافة × الزمن^٢

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

الحدث	الزمن التقريبى (ثانية)
العمر المتوقع للشمس	10^{18}
عمر الأرض	10^{17}
الزمن منذ ظهور الديناصورات على وجه الأرض	10^{16}
الزمن منذ ظهور الإنسان الأول على الأرض	10^{13}
الزمن منذ عاش أسحق نيوتن	10^{11}
متوسط عمر الإنسان	10^9
زمن فصل دراسى	10^7
يوم واحد	10^6
ثانية واحدة	$10^0 = 1$
الزمن اللازم حتى يعبر الصوت حجرة	10^{-2}
الزمن اللازم حتى يعبر إلكترون أنبوبة تليفزيون	10^{-7}
الزمن اللازم حتى يعبر الضوء حجرة	10^{-8}
الزمن اللازم حتى يعبر الضوء عدسة نظارة	10^{-11}
الزمن الذى تستغرقه بعض الحوادث داخل الذرة	10^{-22}