

Chapter (1). MEASURING THINGS

WE WILL STUDY IN THIS CHAPTER ::

- Kinds of quantities .
الكميات
- International system (SI) units.
- How to measure physics quantities by units.
الوحدات
- Changing units .
-

أنواع الكميات الفيزيائية

KINDS OF PHYSICS QUANTITIES

There are two kinds of physics ^{كميات} quantities:

كميات أساسية

Basic Quantities:

› For example;

Mass (الكتلة) ,

Length (الطول),

Time (الوقت).

› They are measured by
Base units

كميات مشتقة

Derived Quantities:

› For example;

Velocity (السرعة) ;

acceleration (التسارع) ;

density (الكثافة).

› They are measured by
derived units .

[[THE INTERNATIONAL SYSTEM UNITES (SI) ::]]

وحدات قياس النظام الدولي

وحدات للقياس منها ما هو اساسي ومنها ما هو مشتق من
الوحدات الاساسية

★ Basic Units;

Each of base quantity has its own SI unit to measure.

Quantity	اسم الوحدة Unit Name	رمز الوحدة Unit Symbol
Length (الطول)	meter	m
Mass (الكتلة)	kilogram	kg
Time (الوقت)	second	s

حرف صغير

The SI units of the base quantities Length, Mass, and Time are m ,kg ,s

Ex) kilogram (kg) is the SI unit of

- a) time b) wight c) mass d) length

Sol. kg is the unit of mass

Ex) is the unit of time

- a) second (s) b) meter (m) c) kilogram (Kg) d) mile (mi)

Sol. second is the unit of time

★ Derived Units;

الوحدات المشتقة النوع الآخر من وحدات النظام الدولي ، تنتج بعد تطبيق بعض العمليات الحسابية على الوحدات الأساسية

Derived units are defined in terms of these base units. For example:

Quantity	اسم الوحدة Unit Name	رمز الوحدة Unit Symbol
Velocity (السرعة)	meter per second	m/s
Force (القوة)	Newton	kg.m/s ²
Acceleration (تسارع)	meter per second square	m/s ²

Ex) What is the SI unit of the velocity ?

Sol. $V = \frac{\text{distance}}{\text{time}} = \frac{x}{t} = \frac{m}{s} = \text{m/s}$ $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة}$

So, the SI unit of the velocity = m/s

Ex) The position of a body is given by $X = K t^2$ where (X in meter) and (t in second), and K is constant. Then, the SI unit of k is ?

Sol. $X = K t^2$

$$K = \frac{X}{t^2} = \frac{X}{(s)^2} = \frac{m}{s^2}$$

$$= \text{m/s}^2$$

prefix of SI units

رموز توضع قبل اسم الوحدة لكي تعبر عن قوى العشرة

When we deal with a very large or a very small measurements, we use prefixes .

Prefixes represent certain power of 10 قوى العشرة

Some Prefixes are listed below:

Factor	Prefix	Symbol
10^9	Giga-	G
10^6	Mega-	M
10^3	Kilo-	k
10^{-2}	centi-	c
10^{-3}	mili-	m
10^{-6}	micro-	μ
10^{-9}	nano-	n
10^{-12}	pico-	p

حرف كبير

حرف صغير

قواعد التعامل مع الأسس من الأساس نفسه

RULES OF EXPONENTIAL ::

- $10^X \times 10^Y = 10^{X+Y}$
- $10^X / 10^Y = 10^{X-Y}$
- $(10^X)^Y = 10^{X \times Y}$

Ex) If a measurement $x = 3600000.0 \text{ m}$, this is a

very large number, instead we can write ? بدلاً من التعبير عن الرقم مطولاً وكتابة أصفار وارقام مطولة ؟

Sol.

$$x = 3600000.0 \text{ m} \times 10^6$$

$$= 3.6 \times 10^6 \text{ m}$$

$$> 10^6 = \text{M (mega)}$$

$$x = 3.6 \text{ Mm}$$

يمكن تحويله إلى رقم مختصر بالتعويض عن قيمة الأرقام
بقوى العشرة حسب عدد الخطوات التي نقوم بها بتحريك الفاصلة

Ex) If a measurement $x = 0.000009 \text{ m}$, this is a

very small number, instead we can write ::

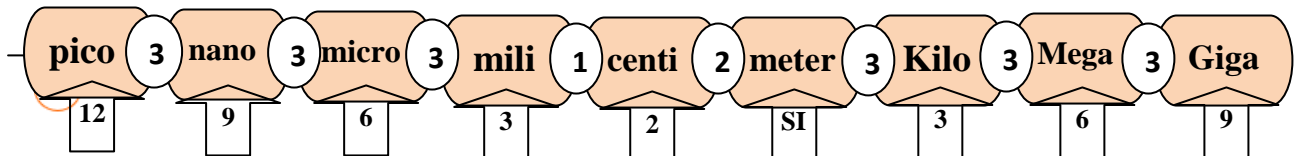
Sol.

$$x = 0.000009 \text{ m}$$

$$= 9.0 \times 10^{-6} = 9 \mu\text{m} \quad > 10^{-6} = \mu \text{ (micro)}$$

[The next scale helps to use prefix]

We multiple by the positive power of 10 (10^+)



We multiple by the negative power of 10 (10^-)

◀ من رمز كبير إلى رمز صغير نضرب بقوة العشرة (موجبة)

◀ من رمز صغير إلى رمز كبير نضرب بقوة العشرة (سالبة)

Ex) 3 nanometers =

في هذه الحالة نغير الرمز n الي قيمتها العددية 10^{-9}

Sol. $3 \text{ nm} \rightarrow 3 \times 10^{-9} \text{ m}$, where $\text{nm} = 10^{-9} \text{ m}$

Ex) How many nanometers are in 3 meters

Sol. $3 \text{ m} \rightarrow ? \text{ nm}$
 $3 \times 10^9 \text{ nm}$, where $\text{m} = 10^9 \text{ nm}$

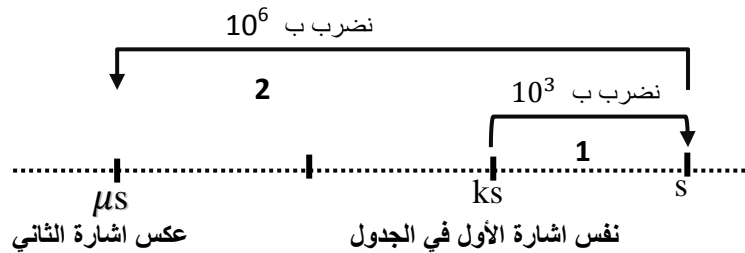
Ex) How many microsecond are in 5×10^{-5} kiloseconds ?

Sol. $5 \times 10^{-5} \text{ ks} \xrightarrow{10^3} 10^{-6} \mu\text{s}$
 نفس اشارة الاس \downarrow عكس اشارة الاس \downarrow
 $5 \times 10^{-5} \times 10^3 \text{ s} \times 10^6 = 5 \times 10^4 \mu\text{s}$

عند التحويل من كمية لأخرى نعوض بقيمة قوى العشرة بنفس اشارة الاس الأصلية في الجدول السابق للكمية الاولى هنا kilo ، ونعوض بقيمة قوى العشرة بعكس اشارة الاس الأصلية في الجدول للكمية الثانية هنا micro

, where $\text{k} = 10^3$, $\mu = 10^{-6}$

القيم الأساسية من الجدول



Ex) 5×10^3 centimeter is in gigameter

Sol. $5 \times 10^3 \text{ cm} \xrightarrow{10^{-2}} 10^9 \text{ Gm}$
 نفس اشارة الاس \downarrow عكس اشارة الاس \downarrow
 $5 \times 10^3 \times 10^{-2} \text{ m} \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-8} \text{ Gs}$, where $\text{c} = 10^{-2}$, $\text{G} = 10^9$

حوّل

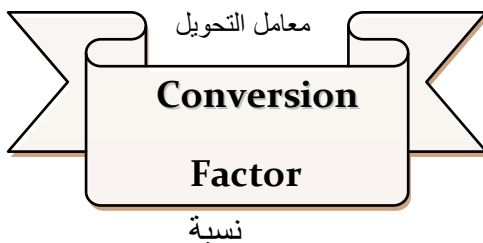
Ex) A stone has a mass of 30 kg . convert this mass to grams .

Sol. $30 \text{ kg} \rightarrow 30 \times 10^3 \text{ g}$, where $\text{k} = 10^3$

CHANGING UNITS

- Sometimes, we need to change the units in which a physical quantity is expressed . This method is called **CHAN-LINK** conversion .

To change any unit, we multiply the original measurement by a **conversion factor** . لتحويل أي وحدة نضرب بمعامل التحويل .



It is a ratio of units that is equal to unity. For example,

$$1 \text{ min} / 60 \text{ s} = 1 \quad \& \quad 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} = 1$$

These ratios can be used as a conversion factor. So, we use that factor to cancel unwanted units in the equation.

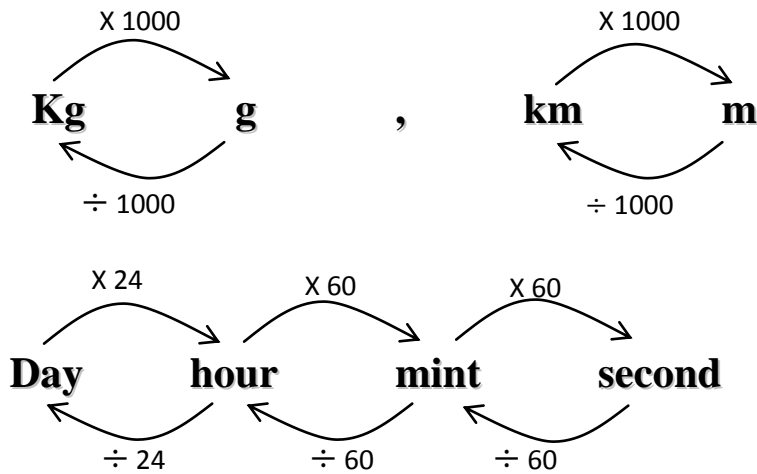
« معامل التحويل: هو نسبة تحويل الوحدات التي تعطي الناتج واحد.

« ١ د = ٦٠ ث .. ونسبتهم على بعض النتيجة تعطي ١

وهذه النسبة تساعد في التحويل من وحدة إلى أخرى .

عند التحويل من وحدة كبيرة الى وحدة صغيرة نضرب بمعامل التحويل

عند التحويل من وحدة صغيرة الى وحدة كبيرة نقسم بمعامل التحويل



Ex) How to convert 2 min to second?

للتحويل من Mints الى second نضرب ب 60

$$2 \text{ min} = 2 \cancel{\text{min}} \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \cancel{\text{min}}} \right) = 2 \times 60 \text{ s} = 120 \text{ s}$$

$\therefore \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right)$ is the conversion factor

Ex) How to convert 5 km/h to m/s?

Sol.

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m} \quad \& \quad 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$5 \text{ km / h} =$$

$$5 \left(\frac{1 \cancel{\text{km}}}{1 \cancel{\text{h}}} \right) \left(\frac{1000 \text{ m}}{1 \cancel{\text{km}}} \right) \left(\frac{1 \cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} \right)$$

$$= 5 \left(\frac{1000}{3600} \right) (\text{m/s})$$

Conversion factor

$$= 1.4 \text{ m/s}$$

\therefore The conversion factor of km / h to m / s is $\left(\frac{1000}{3600} \right)$

دائما يكون معامل التحويل ثابت عند التحويل من وحدة الى وحدة

عند التحويل من Km/h الى m/s نضرب ب $(\frac{1000}{3600})$ بالعدد المراد تحويله

عند التحويل من m/s الى km/h نضرب ب $(\frac{3600}{1000})$ بالعدد المراد تحويله

Ex) Convert 5 kg / m to g / mm ?

Sol. $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} \quad \& \quad 1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$
 $5 \text{ kg / m} =$

$$5 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right) \left(\frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \right)$$

$$= 5 \text{ g/mm}$$

Ex) The density of mercury is 13.5 g/cm³. This density in SI unit is :

Sol. $= 13.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{10^{-3} \text{ kg}}{1 \text{ g}} \times \frac{\text{cm}^3}{(10^{-2} \text{ m})^3} = 13.5 \times \frac{10^{-3}}{10^{-6}} \times \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$= 13.5 \times 10^3 \times \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 13.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

عند التحويل من g/cm³ الى kg/m³ نضرب ب (10³) بالعدد المراد تحويله



RULES • RULES

- The area of the square = (edge)²
مساحة المربع = (الضلع طول)²
- The volume of the cube = (edge)³
مساحة المكعب = (الضلع طول)³
- The area of the circle = πr^2
مساحة الدائرة = ط نق ٢
- The volume of the sphere = $\frac{4}{3} \pi r^3$
حجم الكرة = 4/3 ط نق ٣
- The density = $\frac{m}{v}$
الكثافة = الكتلة ÷ الحجم

Ex) What is the ^{حجم}volume of a cubic box of 10 mm edge length in SI unit ?

Sol.

The volume of a cubic box = (edge)³

- first, convert the edge unit to the **SI unit**

$$\text{edge} = 10 \text{ mm} \left(\frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} \right) = \underline{10^{-2} \text{ m}}, \text{ or } \text{edge} = \frac{10}{1000} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{The volume} = (\text{edge})^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3.$$

Ex) A bus has a constant speed of 90 km/ h. What is its speed in SI unit ?

Sol.

عند التحويل من Km/h الى m/s نضرب ب $\left(\frac{1000}{3600} \right)$ بالعدد المراد تحويله

The speed of the bus in SI unit :

$$90 \text{ Km/h} = 90 \times \left(\frac{1000}{3600} \right) \text{ m/s} = 25 \text{ m/s}$$

Ex) The area of a square paper is 10 mm^2 , what is the value of the area in SI units ?

Sol. → the area of the paper = 10 mm^2 , $1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

$$\text{area in SI unit} = 10 \cancel{\text{mm}}^2 \left(\frac{(10^{-3} \text{ m})^2}{\cancel{\text{mm}}^2} \right)$$

$$= 10 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 10^{-5} \text{ m}^2$$

**General
EXAMPLES**

Q 1 :: The density of water is 1 g / cm^3 . This value in SI unit is :

- (a) 10^2 kg / m^3 (b) 1 kg/ m^3 (c) 10^{-3} kg/ m^3 **(d) 10^3 kg/m^3**

[solution] \

The density of water is :

عند التحويل من g/cm^3 الى kg/m^3 نضرب ب (10^3) بالعدد المراد تحويله

$$\begin{aligned}\rho &= 1 \text{ g/cm}^3 = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \\ &= 10^3 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Q2 :: The position x of a body is given by $x = kt^2$ where (x in meter) and (t in second) and k is constant . the SI unit of k is :

- (a) m/s **(b) m/s^2** (c) x/s (d) m^2/s

[solution] \

$$\because x = k t^2$$

$$k = \frac{x}{t^2}$$

the unit of x (length) is m (meter)

$$= \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{m/s}^2$$

the unit of t (time) is s (second)

Q3 :: Given that the velocity of a car is 120 km/h. This velocity in SI unit is :

- (a) 120 m/s (b) 33.3 km/h (c) **33.3 m/s** (d) 33.3 km/s

[solution] \

$$V = 120 \text{ km/h}$$

عند التحويل من Km/h الى m/s نضرب ب $\left(\frac{1000}{3600}\right)$ بالعدد المراد تحويله

The speed of the car in SI unit is:

$$120 \text{ Km/h} = 120 \times \left(\frac{1000}{3600}\right) \text{ m/s} = 33.3 \text{ m/s}$$

Q4 :: A 13 ns is equal to in (s) :

- (a) $1.3 \times 10^{-9} \text{ s}$ (b) $13 \times 10^{-6} \text{ s}$ (c) $.13 \times 10^{-3} \text{ s}$ (d) **$13 \times 10^{-9} \text{ s}$**

$$13 \text{ ns} = 13 \times 10^{-9} \text{ s} \quad \text{ns} = 10^{-9} \text{ s}$$

Q5 :: second is the unit of :

- (a) weight (b) Mass (c) **Time** (d) Length

Q6 :: A cube of edge 95 mm , its volume in SI unit is :

- (a) 95 m^3 (b) 0.95 m^3 (c) **$8.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$** (d) 7 m^3

[solution] \

$$95 \text{ mm} = \frac{95}{1000} = 0.095 \text{ m} \quad \text{نحول وحدة mm الى m}$$

$$\therefore v = (\text{edge})^3 \Rightarrow v = (0.095 \text{ m})^3 = 8.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Q7 :: 10^2 milliseconds is equal to :

- (a) 10^3 s (b) 10^2 s (c) 10s **(d) 10^{-1} s**

[solution] \

$$10^2 \text{ ms} = 10^2 \times 10^{-3} \text{ s} \quad \text{ms} = 10^{-3} \text{ s}$$

$$= 10^{-1} \text{ s}$$

Q8) :: A gram is equal to

- (a) 10^3 Kg (b) 10^2 Kg **(c) 10^{-3} Kg** (d) 10^{-1} Kg

Q9) given $A = B^2 C^2$, where A is in meter square and C is in second. The unit of B is :

- (a) m/s^3 (b) m/s^2 **(c) m/s** (d) m^2/s^2

[solution] \

$$\therefore A = B^2 C^2 \Rightarrow C^2 = \frac{A}{B^2}$$

$$C = \sqrt{\frac{A}{B^2}} = \sqrt{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{m/s}$$

Q10) The prefix of microwatt is :

- (a) 10^{-3} W (b) 10^6 W (c) 10^{-9} W **(d) 10^{-6} W**

$$\text{microwatt} = \mu\text{W} = 10^{-6} \text{ W}$$

Q11) A man has a mass of 150 Kg, this mass in gram is :

- (a) 15 g (b) 1500 g (c) 15000 g **(d) 150000 g**

$$150 \text{ kg} = 150 \times 1000 \text{ g} = 150000 \text{ g}, \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} = 10^3 \text{ g}$$

Q12) One of the following is an SI unit. Which one is it ?

- (a) minute (b) kilometer (c) kilogram (d) gram

Q13) 3 days = :

- (a) 259200 s (b) 4320 s (c) 3600 s (d) 86400 s

[solution] \

$$3 \text{ days} = 3 \times (24 \times 60 \times 60) = 3 \times (86400) = 259200 \text{ s}$$

Q14) A square with an edge of exactly 15cm has an area of :

- (a) $2.25 \times 10^2 \text{ m}^2$ (b) $2.25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

- (c) $2.25 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ (d) 225 m^2

[solution] \

$$\text{Area} = (\text{edge})^2$$

$$= (0.15 \text{ m})^2 = 0.0225 \text{ m}^2 = 2.25 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

نحول الوحدة من سانتيمي متر الى متر نقسم العدد 100

$$\text{edge} = 15 \text{ cm} = \frac{15}{100} \text{ m} = 0.15 \text{ m}$$

Q15) A circle with a radius (r) of 15 mm, its area in SI unit is :

- (a) $7.07 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ (b) $2.25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

- (c) $7.07 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ (d) $225 \times 10^{-2} \text{ m}^2$

[solution] \

$$A = \pi r^2$$

$$= \pi (0.015 \text{ m})^2 = 7.07 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

نحول الوحدة من ملليمتر الى متر نقسم العدد على 1000

$$r = 15 \text{ mm} = \frac{15}{1000} \text{ m} = 0.015 \text{ m}$$

Q16) The conversion factor ($\frac{10^6 \text{ mm}}{1 \text{ Km}}$) is use to convert
to mm

- (a) m (b) mm (c) km (d) mi

[solution] \

$$1 \text{ km} \times \left(\frac{10^6 \text{ mm}}{1 \text{ km}} \right)$$

This conversion factor is to convert km to mm

Q17) (0.000 000 0782) is equal to :

- (a) 7.82×10^8 (b) 7.82×10^{-8} (c) 7.82×10^9 (d) 7.82×10^{-9}

[solution] \

$$(0.000\ 000\ 0782) = 7.82 \times 10^{-8}$$

الاس سالب على عدد خطوات تحريك الفاصلة
الاس موجب على عدد خطوات تحريك الفاصلة

Q18) (782 000 000) is equal to :

- (a) 7.82×10^8 (b) 7.82×10^{-8} (c) 7.82×10^9 (d) 7.82×10^{-9}

[solution] \

$$(782\ 000\ 000) = 7.82 \times 10^8$$

الاس سالب
الاس موجب

Q19) The conversion factor used to convert a volume of 64 cm^3 to SI unit is :

- (a) $\frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}}$ (b) $\frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3}$ (c) $\frac{1 \text{ m}}{10^2 \text{ cm}}$ (d) $\frac{\text{m}^3}{10^6 \text{ cm}^3}$

[solution] \

conversion factor

$$64 \text{ cm}^3 \times \frac{(10^{-2} \text{ m})^3}{1 \text{ cm}^3} = 64 \text{ cm}^3 \times \frac{10^{-6} \text{ m}^3}{\text{cm}^3} = 64 \text{ cm}^3 \times \frac{\text{m}^3}{10^6 \text{ cm}^3}$$

Q20) Electric power of magnitude 2.17×10^9 watt is equal :

- (a) 2.17 kilowatts (b) 2.17 nanowatts
(c) 2.17 megawatts **(d) 2.17 gigawatts**

[solution] \

conversion factor

giga watt = 10^9 watt

Q21) The SI unit of the base quantities (Length, Mass, Time) are :

- (a) km, kg, s **(b) m, kg, s** (c) cm, g, s (d) cm, kg, s

Length, Mass, Time

m, kg, s

Q22) $(5 \times 10^4) \times (6 \times 10^5) =$

- (a) 3.0×10^{11} **(b) 3.0×10^{10}** (c) 3.0×10^6 (d) 3.0×10^8

[solution] \

نضرب القيم العددية ثم نجمع الأسس طالما لها نفس الأساس

$$(5 \times 10^4) \times (6 \times 10^5) = 30 \times 10^9 = 3.0 \times 10^{10}$$

بعد تحريك الفاصلة إلى اليسار خطوة نزيد الأس بـ ١