

Magnitudes físicas y sus unidades

Una gran mayoría de las magnitudes físicas necesarias para describir ciertos fenómenos naturales adoptan un módulo cuyo valor depende de la unidad que se utilice para expresarlo.

A lo largo de este curso utilizaremos el Sistema Internacional (SI) de unidades para expresar todas las magnitudes físicas, junto con las equivalencias de uso común.

El SI dispone de 7 unidades básicas a partir de las cuales se escriben las restantes unidades derivadas como combinación de las mismas.



En noviembre de 2018 se aprobó la mayor revisión del **Sistema Internacional de Unidades (SI)** desde su creación (1960). El principal cambio es que a partir de ahora todas las unidades se definen en base a constantes de referencia, como la velocidad de la luz para el metro y la constante de Planck para el kilogramo. La revisión entrará en vigencia el 20 de mayo de 2019.

● La candela

La **candela**, cuyo símbolo es **cd**, es la unidad de intensidad luminosa del SI en una dirección dada. Se la define estableciendo el valor numérico fijo de la eficacia luminosa de una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz, K_{cd} , igual a 683 cuando es expresada en unidades de $\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$, que son equivalentes a $\text{cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}$, o $\text{cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{m}^{-2}$, donde el kilogramo, el metro y el segundo son definidos en términos de h , c y $\Delta\nu_{Cs}$.

Magnitud de base: intensidad luminosa (I_v)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DE LA CANDELA		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Flujo luminoso	lumen (lm)	$\text{cd} \cdot \text{sr}$
Luminancia	lux (lx)	$\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$

● El mol

El **mol**, cuyo símbolo es **mol**, es la unidad de cantidad de sustancia (o materia) del SI. Un mol contiene exactamente 6.022×10^{23} entidades elementales. Este número es el valor numérico fijo de la constante de Avogadro, N_A , cuando es expresada en unidades de mol^{-1} y es llamado el número de Avogadro. La cantidad de sustancia, símbolo n , de un sistema es una medida del número de entidades elementales especificadas. Una entidad elemental puede ser un átomo, una molécula, un ion, un electrón, o cualquier otra partícula o grupo específico de partículas.

Magnitud de base: cantidad de sustancia (n)

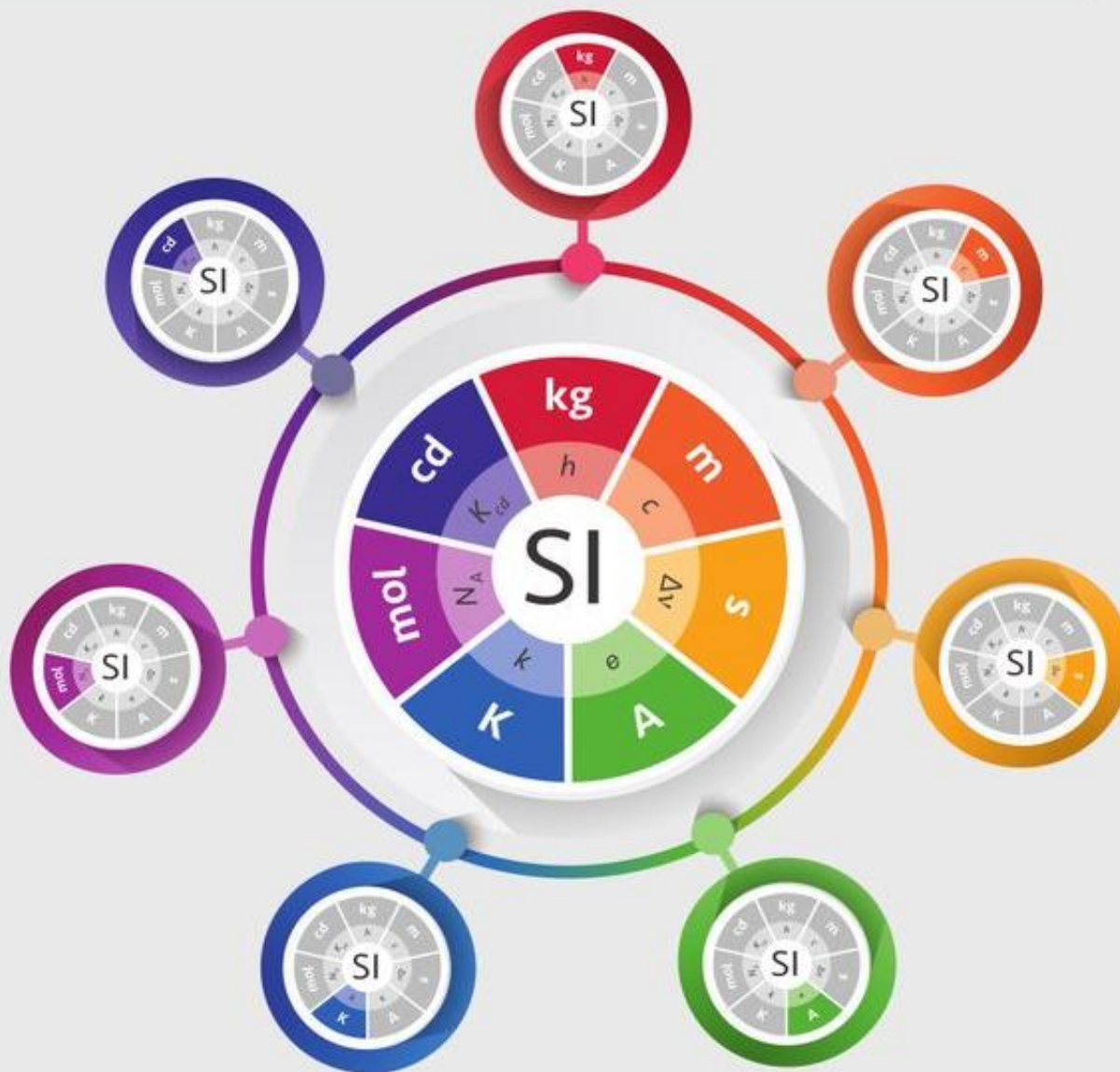
ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL MOL		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Concentración	mol por metro cúbico	$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$
Actividad catalítica	katal (kat)	$\text{s}^{-1} \cdot \text{mol}$

● El kelvin

El **kelvin**, cuyo símbolo es **K**, es la unidad de temperatura termodinámica del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la constante de Boltzmann, k , igual a 1.380×10^{-23} cuando es expresada en unidades de $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$, que es igual a $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, donde el kilogramo, el metro y el segundo son definidos en términos de h , c y $\Delta\nu_{Cs}$.

Magnitud de base: temperatura termodinámica (T)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL KELVIN		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Temperatura Celsius	grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$)	$T/K - 273.15$
Conductividad térmica	watt por metro kelvin	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
Resistencia térmica superficial	metro cuadrado kelvin por watt	$\text{kg} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{m}^{-2}$
Capacidad térmica	joule por kelvin	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$



● El kilogramo

El **kilogramo**, cuyo símbolo es **kg**, es la unidad de masa del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la constante de Planck, h , igual a 6.626×10^{-34} cuando es expresada en unidades de $\text{J} \cdot \text{s}$, que es igual a $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$, donde el metro y el segundo son definidos en términos de c y $\Delta\nu_{Cs}$.

Magnitud de base: masa (m)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL KILOGRAMO		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Fuerza	newton (N)	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Presión	pascal (Pa)	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Energía	joule (J)	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Potencia	watt (W)	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$

● El metro

El **metro**, cuyo símbolo es **m**, es la unidad de longitud del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la velocidad de la luz en el vacío, c , igual a 299×10^8 cuando es expresada en unidades de $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, donde el segundo es definido en términos de la frecuencia del cesio $\Delta\nu_{Cs}$.

Magnitud de base: longitud (l , x , r , etc)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL METRO		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Área, superficie	metro cuadrado	m^2
Volumen	metro cúbico	m^3
Ángulo plano	radián (rad)	$\text{m} \cdot \text{m}^{-1}$
Ángulo sólido	esterorradian (sr)	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$

● El segundo

El **segundo**, cuyo símbolo es **s**, es la unidad de tiempo del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la frecuencia de cesio, $\Delta\nu_{Cs}$, la frecuencia de la transición entre niveles hiperfinos del estado fundamental no perturbado del átomo de cesio 133, igual a 9×10^{14} cuando es expresada en unidades de Hz , que es igual a s^{-1} .

Magnitud de base: tiempo (t)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL SEGUNDO		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Frecuencia	hertz (Hz)	s^{-1}
Actividad de un radionucleido	becquerel (Bq)	s^{-1}
Dosis equivalente	sievert (Sv)	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$

● El ampere

El **ampere**, cuyo símbolo es **A**, es la unidad de corriente eléctrica del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la carga elemental, e , igual a 1.602×10^{-19} cuando es expresada en unidades de $\text{A} \cdot \text{s}$, donde el segundo es definido en términos de $\Delta\nu_{Cs}$.

Magnitud de base: intensidad de corriente eléctrica (I , i)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL AMPERE		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Carga eléctrica	coulomb (C)	$\text{A} \cdot \text{s}$
Tensión eléctrica	volt (V)	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
Resistencia, impedancia	ohm (Ω)	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$
Capacidad eléctrica	farad (F)	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
Inductancia	henry (H)	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
Densidad de flujo magnético	tesla (T)	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$



Algunos prefijos para las unidades y sus símbolos

10^{24}	Y	yotta	Latín: <i>octa</i> , 8 (i.e. 8×3)
10^{21}	Z	zetta	Latín: <i>septum</i> , 7 (i.e. 7×3)
10^{18}	E	exa	Griego: 6 (i.e. 6×3)
10^{15}	P	peta	Griego: 5 (i.e. 5×3)
10^{12}	T	tera	Griego: monstruo
10^9	G	giga	Griego: gigante
10^6	M	mega	Griego: grande
10^3	k	kilo	Griego: mil
10^2	h	hecto	Griego: cien
10^1	da	deca	Griego: diez
10^{-1}	d	deci	Latín: <i>decimus</i> , décimo
10^{-2}	c	centi	Latín: <i>centum</i> , cien
10^{-3}	m	mili	Latín: <i>milli</i> , mil
10^{-6}	μ	micro	Griego: pequeño
10^{-9}	n	nano	Griego: enano
10^{-12}	p	pico	Italiano: <i>piccolo</i> , pequeño
10^{-15}	f	femto	Danés: <i>femten</i> , quince
10^{-18}	a	atto	Danés: <i>atten</i> , dieciocho
10^{-21}	z	zepto	Latín: <i>septum</i> , 7 (i.e. 7×3)
10^{-24}	y	yocto	Latín: <i>octo</i> , 8 (i.e. 8×3)

Ejemplos de su uso en

* unidades de masa:

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} = 1 \times 10^6 \text{ mg}$$

* unidades de volumen:

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 1 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L} = 1 \times 10^6 \text{ mL}$$

* unidades de cantidad:

$$1 \text{ mol} = 1000 \text{ mmol} = 1 \times 10^6 \text{ }\mu\text{mol}$$

* unidades de presión:

$$1 \text{ MPa} = 1000 \text{ kPa} = 1 \times 10^4 \text{ hPa} \\ = 1 \times 10^6 \text{ Pa}$$

Equivalencia de unidades: Factores de conversión

Por ejemplo, para transformar una velocidad en km/h a m/s conviene:

$$v = 90 \frac{km}{h} = 90 \frac{\cancel{km}}{\cancel{h}} \cdot \overbrace{\left(\frac{1000 \cancel{m}}{1 \cancel{km}} \right)}^{\text{Equivalencia de longitud}} \cdot \overbrace{\left(\frac{1 \cancel{h}}{3600 s} \right)}^{\text{Equivalencia de tiempo}} = 25 \frac{m}{s}$$

Por ejemplo, para transformar una densidad en g/mL a kg/m³ conviene:

$$\rho = 1,20 \frac{g}{mL} = 1,20 \frac{\cancel{g}}{\cancel{mL}} \cdot \overbrace{\left(\frac{10^6 \cancel{mL}}{1 m^3} \right)}^{\text{Equivalencia de volumen}} \cdot \overbrace{\left(\frac{1 kg}{1000 \cancel{g}} \right)}^{\text{Equivalencia de masa}} = 1200 \frac{kg}{m^3}$$

Algunas unidades de magnitudes físicas de la Unidad 1 y sus equivalencias

Magnitud	Nombre	Símbolo	Definición	Equivalencias más comunes
Tiempo	s	s	s	1 día = 24 hs = 1440 min = 86400 s
Longitud	m	m	m	1 km = 1000 m = 10^4 cm = 10^6 mm
Velocidad	m/s	m/s	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	1 m/s = 3,6 km/h = 60 m/min = 100 cm/s
Aceleración	m/s^2	m/s^2	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	1 m/s^2 = 100 cm/s^2
Fuerza	Newton	N	$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	1 kgf = 9,80665 N $\approx$ 10 N
Trabajo	Joule	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	1 kWh = $3,6 \cdot 10^6$ J
Energía	Joule	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	1 cal = 4,184 J
Potencia	Watt	W	$\text{J/s} = \text{N} \cdot \text{m/s} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$	1 HP = 746 W

Algunas unidades de magnitudes físicas de la Unidad 2 y sus equivalencias

Magnitud	Nombre	Símbolo	Definición	Equivalencias más comunes
Velocidad	m/s	m/s	m.s^{-1}	1 m/s = 3,6 km/h = 60 m/min = 100 cm/s
Fuerza	Newton	N	kg.m.s^{-2}	1 kgf = 9,80665 N $\approx$ 10 N
Trabajo	Joule	J	$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$	1 kWh = 3,6*10 ⁶ J
Energía	Joule	J	$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$	1 cal = 4,184 J
Potencia	Watt	W	$\text{J/s} = \text{N.m/s} = \text{kg.m}^2.\text{s}^{-3}$	1 HP = 746 W
Presión	Pascal	Pa	$\text{N/m}^2 = \text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$	1 atm = 101325 Pa = 760 Torr = 14,7 psi = 1,033 kgf/cm ² = 1,01325 bar
Sección ó área	m ²	m ²	m ²	1 m ² = 100 dm ² = 10 ⁴ cm ² = 10 ⁶ mm ²
Volumen	m ³	m ³	m ³	1 m ³ = 10 ³ dm ³ = 10 ⁶ cm ³ = 10 ⁶ mL = 10 ³ L
Caudal Volumétrico	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	1 m ³ /s = 10 ³ L/s = 6.10 ⁴ L/min
Masa molar	kg/mol	kg/mol	kg/mol	1 kg/mol = 1000 g/mol
Concentración	C	C	mol/m ³	1000 mol/m ³ = 1 mol/dm ³ (molaridad)
Densidad de flujo difusivo	Flujo	ϕ	$\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	1 mol.cm ⁻² .s ⁻¹ = 10000 mol.m ⁻² .s ⁻¹
Gradiente de concentración	Gradiente	$\Delta C/\Delta x$	mol/m ⁴	10000 mol/m ⁴ = 1 mol/dm ⁴
Coeficiente de difusión	D	D	$\text{m}^2.\text{s}^{-1}$	1 m ² /s = 10000 cm ² /s
Resistencia hidrodinámica	R _H	R _H	$\text{Pa.s/m}^3 = \text{kg.m}^{-4}.\text{s}^{-1}$	1 atm.min/L = 6,0795*10 ⁹ Pa.s/m ³
Viscosidad	Poiseuille	η	$\text{Pa.s} = \text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$	1 cp = 0,001 Pa.s

Algunas unidades de magnitudes físicas de la Unidad 3 y sus equivalencias

Magnitud	Nombre	Símbolo	Definición	Equivalencias más comunes
Trabajo	Joule	J	$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$	1 kWh = $3,6 \cdot 10^6$ J
Energía	Joule	J	$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$	1 cal = 4,184 J
Potencia	Watt	W	$\text{J/s} = \text{N.m/s} = \text{kg.m}^2.\text{s}^{-3}$	1 kcal/d = 24 kcal/h = 1440 kcal/min = 0,0484 W
Presión	Pascal	Pa	$\text{N/m}^2 = \text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$	1 atm = 101325 Pa = 760 Torr = 14,7 psi = 1,033 kgf/cm ² = 1,01325 bar
Sección ó área	m ²	m ²	m ²	1 m ² = 100 dm ² = 10 ⁴ cm ² = 10 ⁶ mm ²
Volumen	m ³	m ³	m ³	1 m ³ = 10 ³ dm ³ = 10 ⁶ cm ³ = 10 ⁶ mL = 10 ³ L
Caudal Volumétrico	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	1 m ³ /s = 10 ³ L/s = 6.10 ⁴ L/min
Conductividad térmica	κ	κ	$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1} = \text{kg.m.s}^{-3}.\text{K}^{-1}$	1 cal/(s.m.°C) = 4,184 W/(m.K)
Gradiente de temperatura	$\Delta T/\Delta x$	$\Delta T/\Delta x$	K.m^{-1}	1°C/m = 1 K/m
Velocidad de enfriamiento	$\Delta T/\Delta t$	$\Delta T/\Delta t$	K.s^{-1}	1°C/s = 1 K/s
Calor específico	c	c	$\text{J}/(\text{kg.K}) = \text{m}^2.\text{s}^{-2}.\text{K}^{-1}$	1 cal/(g.°C) = 4184 J/(kg.K)
Calor molar	c	c	$\text{J}/(\text{mol.K}) = \text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}.\text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$	1 cal/(mol.°C) = 4,184 J/(mol.K)
Capacidad calorífica	C	C	$\text{J/K} = \text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}.\text{K}^{-1}$	1 cal/°C = 4,184 J/K
Calor latente específico	L	L	$\text{J/kg} = \text{m}^2.\text{s}^{-2}$	1 kcal/kg = 1 cal/g = 4184 J/kg
Entropía	Entropía	S	J/K	1 cal/K = 4,184 J/K

Algunas unidades de magnitudes físicas de la Unidad 4 y sus equivalencias

Magnitud	Nombre	Símbolo	Definición	Equivalencias más comunes
Fuerza	Newton	N	kg.m.s^{-2}	1 kgf = 9,80665 N $\approx$ 10 N
Trabajo	Joule	J	$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$	1 kWh = 3,6*10 ⁶ J
Energía	Joule	J	$\text{C.V} = \text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$	1 cal = 4,184 J
Potencia	Watt	W	$\text{J/s} = \text{N.m/s} = \text{kg.m}^2.\text{s}^{-3}$	1 HP = 746 W
Campo eléctrico	N/C	$\text{N/C} = \text{V/m}$	$\text{kg.m.A}^{-1}.\text{s}^{-3}$	1 N/C = 1 V/m
Carga eléctrica	Coulomb	C	A.s	1 e = 1,602*10 ⁻¹⁹ C
Potencial eléctrico	Volt	V	$\text{J/C} = \text{kg.m}^2.\text{A}^{-1}.\text{s}^{-3}$	1 V = 1 J/C
Sección ó área	m ²	m ²	m ²	1 m ² = 100 dm ² = 10 ⁴ cm ² = 10 ⁶ mm ²
Capacidad	Faradio	F	C/V	
Permitividad dieléctrica	ε	ε	$\text{F/m} = \text{C}^2/(\text{N.m}^2)$	
Resistencia eléctrica	Ohm	Ω	V/A	
Resistividad eléctrica	Ohm.m	$\Omega.\text{m}$	V.m/A	