

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

- ▶ El Sistema Internacional de Unidades (SI) está compuesto por un conjunto de unidades base (o fundamentales), prefijos y unidades derivadas.
- ▶ Las unidades base son una selección de siete unidades bien definidas que por convención se consideran dimensionalmente independientes.
- ▶ Las unidades derivadas están formadas por la combinación de unidades base de acuerdo a relaciones algebraicas que ligan las cantidades correspondientes.
- ▶ Los nombres y símbolos de algunas unidades derivadas pueden remplazarse por nombres y símbolos especiales para formar expresiones y símbolos de otras unidades derivadas.

UNIDADES FUNDAMENTALES

DIMENSIONES

UNIDADES

| Nombre | Símbolo | Nombre | Símbolo |
|---------------------------|--------------|-----------|---------|
| Tiempo | [T] | segundo | [s] |
| Longitud | [L] | metro | [m] |
| Masa | [M] | kilogramo | [kg] |
| Corriente Eléctrica | [I] | ampere | [A] |
| Temperatura Termodinámica | [θ] | kelvin | [K] |
| Cantidad de Substancia | [N] | mol | [mol] |
| Intensidad Luminosa | [J] | candela | [cd] |

UNIDADES FUNDAMENTALES

► Segundo [s]

- ❖ Duración de 9 192 631 770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiper finos del estado fundamental del átomo de cesio 133. [13a. CGPM (1967), Resolución 1].
- ❖ No hay cambio en la revisión del SI.

UNIDADES FUNDAMENTALES

► Metro [m]

- ❖ Longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de $1/299\,792\,458$ de segundo. [17a. CGPM (1983) Resolución 1].
- ❖ No hay cambio en la revisión del SI.

UNIDADES FUNDAMENTALES

► Kilogramo [kg]

- ❖ Masa igual a la del prototipo internacional del kilogramo [1a. y 3a. CGPM (1889 y 1901)].
- ❖ Masa para la cual la constante de Planck es equivalente a $6.62607015 \times 10^{-34}$ [kg m² s⁻¹], en donde el metro y el segundo están previamente definidos.

UNIDADES FUNDAMENTALES

► Ampere [A]

- ❖ Intensidad de una corriente constante que mantenida en dos conductores paralelos rectilíneos de longitud infinita, cuya área de sección circular es despreciable, colocados a un metro de distancia entre sí, en el vacío, producirá entre estos conductores una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de longitud [9a. CGPM, (1948), Resolución 2].
- ❖ Corriente eléctrica para la cual la carga del electrón es equivalente a $1.602176634 \times 10^{-19}$ [A s], en donde el segundo está previamente definido.

UNIDADES FUNDAMENTALES

► Kelvin [K]

- ❖ Fracción equivalente a $1/273.16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua [13a. CGPM (1967) Resolución 4].
- ❖ Fracción de temperatura para la cual la constante de Boltzmann es equivalente a 1.380649×10^{-23} [$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$], en donde el kilogramo, el metro y el segundo están previamente definidos.

UNIDADES FUNDAMENTALES

► Mol [mol]

- ❖ Cantidad de sustancia que contiene tantas entidades elementales como existan átomos en 0.012 kg de carbono12 [14a. CGPM (1971), Resolución 3].
- ❖ Cantidad de sustancia que contiene exactamente $6.02214076 \times 10^{23}$ entidades elementales (átomos, moléculas, iones, electrones u otra partícula o grupo de partículas). El número de Avogadro (N_A) es el inverso del mol.

UNIDADES FUNDAMENTALES

► Candela [cd]

- ❖ Intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} herz y cuya intensidad energética en esa dirección es $1/683$ watt por esterradián [16a. CGPM (1979), Resolución 3].
- ❖ Intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} [Hz] y cuya intensidad energética en esa dirección es $1/683$ [sr][kg m² s⁻³].

UNIDADES DERIVADAS

DIMENSIONES

UNIDADES

| Nombre | Símbolo | Nombre | Símbolo |
|----------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------------------|
| Aceleración | $[L T^{-2}]$ | | $[m / s^2]$ |
| Aceleración angular | $[T^{-2}]$ | | $[rad / s^2]$ |
| Ángulo plano | $[1]$ | radián | $[rad]$ |
| Ángulo sólido | $[1]$ | esteroradián | $[sr]$ |
| Capacidad térmica | $[L^2 M \Theta^{-1} T^{-2}]$ | | $[J / K]$ |
| Capacidad térmica específica | $[L^2 \Theta^{-1} T^{-2}]$ | | $[J / kg K]$ |
| Capacitancia eléctrica | $[T^4 I^2 M^{-1} L^{-2}]$ | farad | $[F] = [A s / V]$ |
| Carga eléctrica | $[I T]$ | coulomb | $[C] = [A s]$ |
| Conductividad eléctrica / resistividad | $[L^3 M I^{-2} T^{-3}]$ | siemens | $[S] = [\Omega m]$ |
| Densidad | $[M L^{-3}]$ | | $[kg / m^3]$ |

UNIDADES DERIVADAS

► Radián [rad]

- ❖ Ángulo plano comprendido entre dos radios de un círculo, y que interceptan sobre la circunferencia de este círculo un arco de longitud igual a la del radio [ISO-31/1].

► Esteroradian [sr]

- ❖ Ángulo sólido que tiene su vértice en el centro de una esfera, y, que intercepta sobre la superficie de esta esfera una área igual a la de un cuadrado que tiene por lado el radio de la esfera [ISO-31/1].

UNIDADES DERIVADAS

DIMENSIONES

UNIDADES

| Nombre | Símbolo | Nombre | Símbolo |
|-------------------------------|--------------------------------|--------|---------------------------------------------|
| Densidad de flujo magnético | $[M I^{-1} T^{-2}]$ | tesla | $[T] = [\text{wb} / \text{m}^2]$ |
| Entalpia | $[M L^2 T^{-2}]$ | joule | $[J]$ |
| Entalpia específica | $[L^2 T^{-2}]$ | | $[J / \text{kg}]$ |
| Entropía | $[M L^2 T^{-2} \Theta^{-1}]$ | | $[J / K]$ |
| Entropía Específica | $[L^2 T^{-2} \Theta^{-1}]$ | | $[J / \text{kg K}]$ |
| Flujo Magnético | $[M L^2 T^{-2} I^{-1}]$ | weber | $[\text{wb}] = [\text{N m} / \text{A}]$ |
| Frecuencia | $[T^{-1}]$ | hertz | $[\text{Hz}] = [\text{s}^{-1}]$ |
| Fuerza (peso) | $[M L T^{-2}]$ | newton | $[N] = [\text{kg m} / \text{s}^2]$ |
| Inductancia | $[M L^2 T^{-4}]$ | henrio | $[H] = [\text{V s} / \text{A}]$ |
| Intensidad de campo eléctrico | $[M L I^{-1} T^{-3}]$ | | $[N / C] = [\text{V} / \text{m}]$ |

UNIDADES DERIVADAS

DIMENSIONES

UNIDADES

| Nombre | Símbolo | Nombre | Símbolo |
|-------------------------------|--------------------------|--------|-----------------------------|
| Intensidad de campo magnético | $[IL^{-1}]$ | | $[A / m]$ |
| Permeabilidad magnética | $[ML I^{-2} T^{-2}]$ | | $[N / A^2]$ |
| Permitividad eléctrica | $[ML^2 T^{-3}]$ | | $[F/m] = [C^2 / N m^2]$ |
| Peso específico | $[ML^2 T^{-2}]$ | | $[N / m^3]$ |
| Potencia | $[ML^2 T^{-3}]$ | watt | $[W] = [J / s]$ |
| Potencial eléctrico | $[ML^2 I^{-1} T^{-3}]$ | volt | $[V] = [J / A s]$ |
| Presión / esfuerzo | $[ML^{-1} T^{-2}]$ | pascal | $[Pa] = [N / m^2]$ |
| Resistencia eléctrica | $[ML^2 I^{-2} T^{-3}]$ | ohm | $[\Omega] = [V / A]$ |
| Superficie | $[L^2]$ | | $[m^2]$ |

UNIDADES DERIVADAS

DIMENSIONES

UNIDADES

| Nombre | Símbolo | Nombre | Símbolo |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------|-----------------------|
| Tensión eléctrica / voltaje / diferencia de potencial / fuerza electromotriz | $[ML^2I^{-1}T^{-3}]$ | volt | $[V] = [J / A s]$ |
| Trabajo / calor / energía | $[ML^2T^{-2}]$ | joule | $[J] = [N m]$ |
| Velocidad / rapidez | $[LT^{-1}]$ | | $[m / s]$ |
| Velocidad angular | $[T^{-1}]$ | | $[rad / s]$ |
| Volumen | $[L^3]$ | | $[m^3]$ |
| Volumen específico | $[L^3M^{-1}]$ | | $[m^3 / kg]$ |

PREFIJOS DEL SI

Múltiplos

| Factor | Nombre | Símbolo | Escala Corta | Escala Larga | Año Asignación |
|-----------|--------|---------|--------------|---------------|----------------|
| 10^{24} | yotta | Y | Septillón | Cuadrillón | 1991 |
| 10^{21} | zetta | Z | Sextillón | Mil Trillones | 1991 |
| 10^{18} | exa | E | Quintillón | Trillón | 1975 |
| 10^{15} | peta | P | Cuadrillón | Mil Billones | 1975 |
| 10^{12} | tera | T | Trillón | Billón | 1960 |
| 10^9 | giga | G | Billón | Mil Millones | 1960 |
| 10^6 | mega | M | Millón | 1 000 000 | 1960 |
| 10^3 | kilo | k | Mil | 1 000 | 1795 |
| 10^2 | hecto | h | Centena | 100 | 1795 |
| 10^1 | deca | da | Decena | 10 | 1795 |

PREFIJOS DEL SI

Submúltiplos

| Factor | Nombre | Símbolo | Escala Corta | Escala Larga | Año Asignación |
|------------|--------|---------|-----------------|-----------------|----------------|
| 10^{-1} | deci | d | Décimo | 0.1 | 1795 |
| 10^{-2} | centi | c | Centésimo | 0.01 | 1795 |
| 10^{-3} | mili | m | Milésimo | 0.001 | 1795 |
| 10^{-6} | micro | μ | Millonésimo | 0.000 001 | 1960 |
| 10^{-9} | nano | n | Billonésimo | Milmillonésimo | 1960 |
| 10^{-12} | pico | p | Trillonésimo | Billonésimo | 1960 |
| 10^{-15} | femto | f | Cuadrillonésimo | Milbillonésimo | 1964 |
| 10^{-18} | atto | a | Quintillonésimo | Trillonésimo | 1964 |
| 10^{-21} | zepto | z | Sextillonésimo | Miltrillonésimo | 1991 |
| 10^{-24} | yocto | y | Septillonésimo | Cuadrillonésimo | 1991 |

UNIDADES QUE NO PERTENECEN AL SI, QUE SE CONSERVAN PARA USARSE CON EL SI

DIMENSIONES

UNIDADES

| Dimensión | Nombre | Símbolo | Equivalencia |
|--------------|--------------|---------|------------------------------------------|
| Tiempo | minuto | min | 1 [min] = 60 [s] |
| | hora | h | 1 [h] = 60 [min] = 3600 [s] |
| | día | d | 1 [d] = 24 [h] = 86 400 [s] |
| | año | a | 1 [a] = 365.2422 [d] = 31 556 926 [s] |
| Ángulo plano | grado | ° | 1 [°] = 1/180 [rad] |
| | minuto | ' | 1 ['] = 1/10 800 [rad] |
| | segundo | '' | 1 ["] = 1/648 000 [rad] |
| Volumen | litro | L, l | 1 [l] = 0.001 [m ³] |
| Masa | tonelada | t | 1 [t] = 1 000 [kg] |
| Energía | electronvolt | eV | 1 [eV] = 1.602 177x10 ⁻¹⁹ [J] |

UNIDADES QUE NO PERTENECEN AL SI, QUE PUEDEN USARSE TEMPORALMENTE CON EL SI

DIMENSIONES

UNIDADES

| Dimensión | Nombre | Símbol o | Equivalencia |
|-----------|---------------|-------------|-----------------------------------|
| Área | área | a | 1 [a] = 100 [m ²] |
| | hectárea | ha | 1 [ha] = 10 000 [m ²] |
| Longitud | angstrom | Å | 1 [Å] = 1x10 ⁻¹⁰ [m] |
| | milla náutica | mi | 1 [mi] = 1852[m] |
| Presión | bar | bar | 1 [bar] = 100 000 [Pa] |
| Velocidad | nudo | nudo | 1 [nudo] = 0.51444 [m/s] |

Reglas generales para la escritura de los símbolos de las unidades del SI

- ❖ Los símbolos de las unidades deben ser expresados en minúsculas, con excepción de los símbolos que se derivan de nombres propios, en los cuales se utilizan caracteres romanos en mayúsculas.
- ❖ No se debe colocar punto después del símbolo de la unidad
- ❖ Los símbolos de las unidades no deben pluralizarse
- ❖ El signo de multiplicación para indicar el producto de dos o más unidades debe ser de preferencia un punto.
- ❖ Cuando una unidad derivada se forma por el cociente de dos unidades, se puede utilizar una línea inclinada, una línea horizontal o bien potencias negativas.
- ❖ No debe utilizarse más de una línea inclinada a menos que se agreguen paréntesis. En los casos complicados, deben utilizarse potencias negativas o paréntesis.

Reglas generales para la escritura de los símbolos de las unidades del SI

- ❖ Los múltiplos y submúltiplos de las unidades se forman anteponiendo al nombre de éstas, los prefijos correspondientes con excepción de los nombres de los múltiplos y submúltiplos de la unidad de masa en los cuales los prefijos se anteponen a la palabra gramo.
- ❖ Los símbolos de los prefijos deben ser impresos en caracteres normales, sin espacio entre el símbolo del prefijo y el símbolo de la unidad
- ❖ Si un símbolo que contiene a un prefijo está afectado de un exponente, indica que el múltiplo de la unidad está elevado a la potencia expresada por el exponente
- ❖ Los prefijos compuestos deben evitarse

Referencias

- ▶ Bureau International des Poids et Mesures (2018). *Concise summary of the International System of Units, SI* (Draft). <<https://www.bipm.org/utils/en/pdf/si-revised-brochure/Draft-Concise-summary-2018.pdf>>. [Consulta: 25/01/2019].
- ▶ Bureau International des Poids et Mesures (2018). *Resolution 1 of the 26th CGPM (2018): On the revision of the International System of Units (SI)*. <<https://www.bipm.org/en/CGPM/db/26/1/>>[Consulta: 25/01/2019].
- ▶ Bureau International des Poids et Mesures (2018). *Résolutions adoptées 26th CGPM (2018): Sur la révision du Système international d'unités (SI)*. <<https://www.bipm.org/utils/common/pdf/CGPM-2018/26th-CGPM-Resolutions.pdf>>[Consulta: 25/01/2019].
- ▶ Bureau International des Poids et Mesures (2018). *The International System of Units*. <<https://www.bipm.org/en/measurement-units/>>. [Consulta: 25/01/2019].
- ▶ Centro Nacional de Metrología (2018). El Sistema Internacional de Unidades (SI) revisado en votación histórica: *Blog del Centro Nacional de Metrología*. <<https://www.gob.mx/cenam/articulos/el-sistema-internacional-de-unidades-si-revisadas-en-votacion-historica?idiom=es>>. [Consulta: 25/01/2019].
- ▶ Diario Oficial de la Federación (2002). *NORMA Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida*. http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=718870>. [Consulta: 29/07/2015].
- ▶ Taylor, B. N. y Thomposon, A. (2008). *The International System of Units (SI)*. NIST Special Publication 330 (ed. 2008). Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology. <<https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/2016/12/07/sp330.pdf>>. [Consulta: 01/08/2017].