



Unidades S.I., Constantes y Tablas de Datos Astronómicos

[Escriba el subtítulo del documento]

Dpto. de Física y Química del I.E.S. Padre Manjón

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. Unidades Fundamentales | 3 |
| 2. Unidades derivadas | 4 |
| 2.1. Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes expresadas a partir de las unidades fundamentales | 4 |
| 2.2. Unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales | 4 |
| 2.3. Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes cuyos nombres y símbolos contienen unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales..... | 5 |
| 3. Reglas de escritura | 6 |
| 3.1. Reglas de escritura de los símbolos y nombres de las unidades..... | 6 |
| 3.2. Reglas de escritura para expresar los valores de las magnitudes | 7 |
| 3.3. Prefijos del Sistema Internacional | 8 |
| 4. Otras unidades | 8 |
| 4.1. Unidades no pertenecientes al SI cuyo uso es aceptado y están autorizadas..... | 8 |
| 4.2. Unidades no pertenecientes al SI cuyo valor en unidades SI se obtiene experimentalmente..... | 9 |
| 4.3. Otras unidades no pertenecientes al SI de aplicación exclusiva en sectores específicos..... | 10 |
| 5. Constantes | 10 |
| 5.1. Constantes universales | 10 |
| 5.2. Tabla de constantes electromagnéticas..... | 11 |
| 5.3. Tabla de constantes atómicas y nucleares..... | 11 |
| 5.4. Tabla de constantes físico-químicas | 11 |
| 6. Datos astronómicos | 12 |
| 6.1. El Sol..... | 12 |
| 6.2. Planetas del sistema solar | 12 |



1. UNIDADES FUNDAMENTALES

| Magnitud | Nombre de la unidad | Símbolo de la unidad | Definición |
|---------------------------|---------------------|----------------------|--|
| Longitud | Metro | m | <p>El metro es la longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de $1/299\,792\,458$ de segundo.</p> <p>De aquí resulta que la velocidad de la luz en el vacío es igual a $299\,792\,458$ metros por segundo exactamente, $c_0 = 299\,792\,458$ m/s.</p> |
| Masa | Kilogramo | kg | <p>El kilogramo es la unidad de masa; es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo, adoptado por la tercera Conferencia General de Pesas y Medidas en 1901.</p> |
| Tiempo, duración | Segundo | s | <p>El segundo es la duración de $9\,192\,631\,770$ periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.</p> <p>De aquí resulta que la frecuencia de la transición hiperfina del estado fundamental del átomo de cesio es igual a $9\,192\,631\,770$ hercio, $\nu(\text{hfs Cs}) = 9\,192\,631\,770$ Hz. Esta definición se refiere a un átomo de cesio en reposo, a una temperatura de 0 K.</p> |
| Corriente eléctrica | Amperio | A | <p>El amperio es la intensidad de una corriente constante que, manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de 1 metro uno del otro, en el vacío, produciría entre estos conductores una fuerza igual a $2 \cdot 10^{-7}$ newton por metro de longitud.</p> <p>De aquí resulta que la constante magnética, μ_0, también conocida como permeabilidad del vacío, es exactamente igual a $4\pi \cdot 10^{-7}$ henrio por metro, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m.</p> |
| Temperatura termodinámica | Kelvin | K | <p>El kelvin, unidad de temperatura termodinámica, es la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua. Esta definición se refiere a un agua de una composición isotópica definida por las siguientes relaciones de cantidad de sustancia: 0,000 155 76 moles de ^2H por mol de ^1H, 0,000 379 9 moles de ^{17}O por mol de ^{16}O y 0,002 005 2 moles de ^{18}O por mol de ^{16}O.</p> <p>De aquí resulta que la temperatura termodinámica del punto triple del agua es igual a 273,16 kelvin exactamente, $T_{\text{tpw}} = 273,16$ K.</p> |
| Cantidad de sustancia | Mol | mol | <p>El mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono 12. Esta definición se refiere a átomos de carbono 12 no ligados, en reposo y en su estado fundamental.</p> <p>Cuando se emplee el mol, deben especificarse las entidades elementales, que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones u otras partículas o grupos especificados de tales partículas.</p> <p>De aquí resulta que la masa molar del carbono 12 es igual a 12 g por mol, exactamente, $M(^{12}\text{C}) = 12$ g/mol.</p> |
| Intensidad luminosa | Candela | cd | <p>La candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia $540 \cdot 10^{12}$ hercios y cuya intensidad energética en dicha dirección de $1/683$ vatios por estereorradián.</p> <p>De aquí resulta que la eficacia luminosa espectral de una radiación monocromática de frecuencia igual a $540 \cdot 10^{12}$ hercios es igual a 683 lúmenes por vatio, exactamente, $K = 683$ lm/W = 683 cd sr/W.</p> |



2. UNIDADES DERIVADAS

2.1. Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes expresadas a partir de las unidades fundamentales

| Magnitud derivada | | Unidad SI derivada coherente | |
|---|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Nombre | Símbolo | Nombre | Símbolo |
| Área, superficie | A | Metro cuadrado | m ² |
| Volumen | V | Metro cúbico | m ³ |
| Velocidad | v | Metro por segundo | m/s |
| Aceleración | a | Metro por segundo cuadrado | m/s ² |
| Número de ondas | $\sigma, \bar{\nu}$ | Metro a la potencia menos uno | m ⁻¹ |
| Densidad, masa en volumen | ρ | Kilogramo por metro cúbico | kg/m ³ |
| Densidad superficial | ρ_A | Kilogramo por metro cuadrado | kg/m ² |
| Volumen específico | v | Metro cúbico por kilogramo | m ³ /kg |
| Densidad de corriente | j | Amperio por metro cuadrado | A/m ² |
| Campo magnético | H | Amperio por metro | A/m |
| Concentración de cantidad de sustancia ^(a) , concentración | c | Mol por metro cúbico | mol/m ³ |
| Concentración másica | ρ, γ | Kilogramo por metro cúbico | kg/m ³ |
| Luminancia | L_v | Candela por metro cuadrado | cd/m ² |
| Índice de refracción ^(b) | N | Uno | 1 |
| Permeabilidad relativa ^(b) | μ_r | Uno | 1 |

(a) En el campo de la química clínica, esta magnitud se llama también concentración de sustancia.

(b) Son magnitudes adimensionales o magnitudes de dimensión uno. El símbolo «1» de la unidad (el número «uno») generalmente se omite cuando se indica el valor de las magnitudes adimensionales.

2.2. Unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales

| Magnitud derivada | Unidad SI derivada coherente ^(a) | | | |
|---|---|-------------------|--------------------------------------|--|
| | Nombre | Símbolo | Expresión mediante otras unidades SI | Expresión en unidades SI básicas |
| Ángulo plano | Radián ^(b) | rad | 1 ^(b) | m/m |
| Ángulo sólido | Estereorradián ^(b) | sr ^(c) | 1 ^(b) | m ² /m ² |
| Frecuencia | Hercio ^(d) | Hz | - | s ⁻¹ |
| Fuerza | Newton | N | - | m kg s ⁻² |
| Presión, tensión | Pascal | Pa | N/m ² | m ⁻¹ kg s ⁻² |
| Energía, trabajo, cantidad de calor | Julio | J | N m | m ² kg s ⁻² |
| Potencia, flujo energético | Vatio | W | J/s | m ² kg s ⁻³ |
| Carga eléctrica, cantidad de electricidad | Culombio | C | - | s A |
| Diferencia de potencial eléctrico, fuerza electromotriz | Voltio | V | W/A | m ² kg s ⁻³ A ⁻¹ |
| Capacidad eléctrica | Faradio | F | C/V | m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ² |
| Resistencia eléctrica | Ohmio | Ω | V/A | m ² kg s ⁻³ A ⁻² |
| Conductancia eléctrica | Siemens | S | A/V | m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ² |
| Flujo magnético ^(e) | Weber | Wb | V s | m ² kg s ⁻² A ⁻¹ |
| Densidad de flujo magnético ^(h) | Tesla | T | Wb/m ² | kg s ⁻² A ⁻¹ |



| | | | | |
|---|------------------------------|-----|----------------------|--------------------------------|
| Inductancia. | Henrio | H | Wb/A | $m^2 kg s^{-2} A^{-2}$ |
| Temperatura Celsius | Grado Celsius ^(e) | °C | - | K |
| Flujo luminoso | Lumen | lm | cd sr ^(c) | cd |
| Iluminancia | Lux | lx | lm/m ² | m ⁻² cd |
| Actividad de un radionucléido ^(f) | Becquerel ^(d) | Bq | - | s ⁻¹ |
| Dosis absorbida, energía másica (comunicada), kerma. | Gray | Gy | J/kg | m ² s ⁻² |
| Dosis equivalente, dosis equivalente ambiental, dosis equivalente direccional, dosis equivalente individual | Sievert | Sy | J/kg | m ² s ⁻² |
| Actividad catalítica | Katal | kat | - | s ⁻¹ mol |

- (a) Los prefijos SI pueden emplearse con cualquiera de los nombres y símbolos especiales, pero en este caso la unidad resultante no es una unidad coherente.
- (b) El radián y el estereorradián son nombres especiales del número uno, que pueden usarse para proporcionar información respecto a la magnitud a que afectan. En la práctica, los símbolos rad y sr se emplean donde sea apropiado, mientras que el símbolo de la unidad derivada «uno» generalmente no se menciona cuando se dan valores de magnitudes adimensionales.
- (c) En fotometría, se mantiene generalmente el nombre estereorradián y el símbolo sr, en la expresión de las unidades.
- (d) El hercio sólo se utiliza para los fenómenos periódicos y el becquerel para los procesos estocásticos relacionados con la actividad de un radionucléido.
- (e) El grado Celsius es el nombre especial del kelvin empleado para expresar las temperaturas Celsius. El grado Celsius y el kelvin tienen la misma magnitud, por lo que el valor numérico de una diferencia de temperatura o de un intervalo de temperatura es idéntico cuando se expresa en grados Celsius o en kelvin. La temperatura Celsius viene definida por la diferencia $t = T - T_0$, entre dos temperaturas termodinámicas T y T₀, siendo T₀ = 273,15 K.
- (f) La actividad de un radionucléido se llama a veces de forma incorrecta radioactividad.
- (g) Al flujo magnético también se le conoce como flujo de inducción magnética.
- (h) la densidad de flujo magnético también se la conoce como inducción magnética.

2.3. Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes cuyos nombres y símbolos contienen unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales

| Magnitud derivada | Unidad SI derivada coherente | | |
|--|------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| | Nombre | Símbolo | Expresión en unidades SI básicas |
| Viscosidad dinámica | Pascal segundo | Pa s | $m^{-1} kg s^{-1}$ |
| Momento de una fuerza | Newton metro | N m | $m^2 kg s^{-2}$ |
| Tensión superficial | Newton por metro | N/m | $kg s^{-2}$ |
| Velocidad angular | Radián por segundo | rad/s | $m m^{-1} s^{-1} = s^{-1}$ |
| Aceleración angular | Radián por segundo cuadrado | rad/s ² | $m m^{-1} s^{-2} = s^{-2}$ |
| Densidad superficial de flujo térmico, irradiancia | Vatio por metro cuadrado | W/m ² | $kg s^{-3}$ |
| Capacidad térmica, entropía | Julio por kelvin | J/K | $m^2 kg s^{-2} K^{-1}$ |
| Capacidad térmica másica, entropía másica | Julio por kilogramo y kelvin | J/(kg K) | $m^2 s^{-2} K^{-1}$ |
| Energía másica | Julio por kilogramo | J/kg | $m^2 s^{-2}$ |
| Conductividad térmica | Vatio por metro y kelvin | W/(m K) | $m kg s^{-3} K^{-1}$ |
| Densidad de energía | Julio por metro cúbico | J/m ³ | $m^{-1} kg s^{-2}$ |
| Campo eléctrico | Voltio por metro | V/m | $m kg s^{-3} A^{-1}$ |
| Densidad de carga eléctrica | Culombio por metro cúbico | C/m ³ | $m^{-3} s A$ |
| Densidad superficial de carga eléctrica. | Culombio por metro cuadrado | C/m ² | $m^{-2} s A$ |
| Densidad de flujo eléctrico, desplazamiento eléctrico. | Culombio por metro cuadrado | C/m ² | $m^{-2} s A$ |
| Permitividad | Faradio por metro | F/m | $m^{-3} kg^{-1} s^4 A^2$ |



| | | | |
|--|---|------------------------------|---|
| Permeabilidad | Henrio por metro | H/m | $\text{m kg s}^{-2} \text{A}^{-2}$ |
| Energía molar | Julio por mol | J/mol | $\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{mol}^{-1}$ |
| Entropía molar, capacidad calorífica molar | Julio por mol y kelvin | J/(mol K) | $\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$ |
| Exposición (rayos x y γ) | Culombio por kilogramo | C/kg | $\text{Kg}^{-1} \text{s A}$ |
| Tasa de dosis absorbida | Gray por segundo | Gy/s | $\text{m}^2 \text{s}^{-3}$ |
| Intensidad radiante | Vatio por estereorradián | W/sr | $\text{m}^4 \text{m}^{-2} \text{kg s}^{-3} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$ |
| Radiancia | Vatio por metro cuadrado y estereorradián | W/($\text{m}^2 \text{sr}$) | $\text{m}^2 \text{m}^{-2} \text{kg s}^{-3} = \text{kg s}^{-3}$ |
| Concentración de actividad catalítica | Katal por metro cúbico | kat/ m^3 | $\text{m}^{-3} \text{s}^{-1} \text{mol}$ |

3. REGLAS DE ESCRITURA

3.1. Reglas de escritura de los símbolos y nombres de las unidades

3.1.1 Los símbolos de las unidades se imprimen en caracteres romanos (rectos), independientemente del tipo de letra empleada en el texto adyacente. Se escriben en minúsculas excepto si derivan de un nombre propio, en cuyo caso la primera letra es mayúscula. Como excepción se permite el uso de la letra L en mayúscula o l en minúscula como símbolos del litro, a fin de evitar la confusión entre la cifra 1 (uno) y la letra l (ele).

3.1.2 Un prefijo de múltiplo o submúltiplo, si se usa, forma parte de la unidad y precede al símbolo de la unidad, sin espacio entre el símbolo del prefijo y el símbolo de la unidad. Un prefijo nunca se usa solo y nunca se usan prefijos compuestos.

3.1.3 Los símbolos de las unidades son entidades matemáticas y no abreviaturas. Por tanto, no van seguidos de un punto, salvo al final de una frase, ni se usa el plural, ni se pueden mezclar símbolos de unidades con nombres de unidades en una misma expresión, pues los nombres no son entidades matemáticas.

3.1.4 Para formar los productos y cocientes de los símbolos de las unidades, se aplican las reglas habituales de multiplicación o de división algebraicas. La multiplicación debe indicarse mediante un espacio o un punto centrado a media altura (\cdot), para evitar que ciertos prefijos se interpreten erróneamente como un símbolo de unidad. La división se indica mediante una línea horizontal, una barra oblicua ($/$), o mediante exponentes negativos. Cuando se combinan varios símbolos de unidades, hay que tener cuidado para evitar toda ambigüedad, por ejemplo utilizando corchetes o paréntesis, o exponentes negativos. En una expresión dada sin paréntesis, no debe utilizarse más de una barra oblicua, para evitar ambigüedades.

3.1.5 No se permite emplear abreviaturas para los símbolos y nombres de las unidades, como seg (por s o segundo), mm cuad. (por mm^2 o milímetro cuadrado), cc (por cm^3 o centímetro cúbico) o mps (por m/s o metro por segundo). De esta forma se evitan ambigüedades y malentendidos respecto a los valores de las magnitudes.

3.1.6 Los nombres de las unidades se imprimen en caracteres romanos (rectos) y se consideran como nombres (sustantivos) comunes, empiezan por minúscula (incluso cuando su nombre es el de un científico eminente y el símbolo de la unidad comienza por mayúscula), salvo que se encuentren situados al comienzo de una frase o en un texto en mayúsculas, como un título. Para cumplir esta regla, la escritura correcta del nombre de la unidad cuyo símbolo es $^{\circ}\text{C}$ es «grado Celsius» (la unidad grado comienza por la letra g en minúscula y el atributo Celsius comienza por la letra C en mayúscula, porque es un nombre propio). Los nombres de las unidades pueden escribirse en plural.

3.1.7 Aunque los valores de las magnitudes se expresan generalmente mediante los nombres y símbolos de las unidades, si por cualquier razón resulta más apropiado el nombre de la unidad que su símbolo, debe escribirse el nombre de la unidad completo.



3.1.8 Cuando el nombre de la unidad está combinado con el prefijo de un múltiplo o submúltiplo, no se deja espacio ni se coloca guión entre el nombre del prefijo y el de la unidad. El conjunto formado por el nombre del prefijo y el de la unidad constituye una sola palabra.

3.1.9 Cuando el nombre de una unidad derivada se forma por multiplicación de nombres de unidades individuales, conviene dejar un espacio, un punto centrado a media altura (\cdot), o un guión para separar el nombre de cada unidad.

3.2. Reglas de escritura para expresar los valores de las magnitudes.

3.2.1 El valor de una magnitud se expresa como el producto de un número por una unidad: el número que multiplica a la unidad es el valor numérico de la magnitud expresada en esa unidad. El valor numérico de una magnitud depende de la unidad elegida. Así, el valor de una magnitud particular es independiente de la elección de unidad, pero su valor numérico es diferente para unidades diferentes.

3.2.2 Los símbolos de las magnitudes están formados generalmente por una sola letra en cursiva, pero puede especificarse información adicional mediante subíndices, superíndices o entre paréntesis. Así C es el símbolo recomendado para la capacidad calorífica, C_m para la capacidad calorífica molar, $C_{m,p}$ para la capacidad calorífica molar a presión constante y $C_{m,v}$ para la capacidad calorífica molar a volumen constante.

3.2.3 Los símbolos de las magnitudes sólo son recomendaciones, mientras que es obligatorio emplear los símbolos correctos de las unidades. Cuando, en circunstancias particulares, se prefiera usar un símbolo no recomendado para una magnitud dada, por ejemplo para evitar una confusión resultante del uso del mismo símbolo para dos magnitudes distintas hay que precisar claramente qué significa el símbolo.

3.2.4 Los símbolos de las unidades se tratan como entidades matemáticas. Cuando se expresa el valor de una magnitud como producto de un valor numérico por una unidad, el valor numérico y la unidad pueden tratarse de acuerdo con las reglas ordinarias del álgebra. Este procedimiento constituye el cálculo de magnitudes, o álgebra de magnitudes. Por ejemplo, la ecuación $T = 293 \text{ K}$ puede escribirse también como $T/\text{K} = 293$.

3.2.5 Al igual que el símbolo de una magnitud no implica la elección de una unidad particular, el símbolo de la unidad no debe utilizarse para proporcionar información específica sobre la magnitud y no debe nunca ser la única fuente de información respecto de la magnitud. Las unidades no deben ser modificadas con información adicional sobre la naturaleza de la magnitud; este tipo de información debe acompañar al símbolo de la magnitud y no al de la unidad.

3.2.6 El valor numérico precede siempre a la unidad y siempre se deja un espacio entre el número y la unidad. Así, el valor de una magnitud es el producto de un número por una unidad, considerándose el espacio como signo de multiplicación (igual que el espacio entre unidades). Las únicas excepciones a esta regla son los símbolos de unidad del grado, el minuto y el segundo de ángulo plano, $^\circ$, $'$ y $''$, respectivamente, para los cuales no se deja espacio entre el valor numérico y el símbolo de unidad. Esta regla implica que el símbolo $^\circ\text{C}$ para el grado Celsius debe ir precedido de un espacio para expresar el valor de la temperatura Celsius t .

3.2.7 En cualquier expresión, sólo se emplea una unidad. Una excepción a esta regla es la expresión de los valores de tiempo y ángulo plano expresados mediante unidades fuera del SI. Sin embargo, para ángulos planos, es preferible generalmente dividir el grado de forma decimal. Así, se escribirá $22,20^\circ$ mejor que $22^\circ 12'$, salvo en campos como la navegación, la cartografía, la astronomía, y para la medida de ángulos muy pequeños.

3.2.8 El símbolo utilizado para separar la parte entera de su parte decimal se denomina «separador decimal». El símbolo del separador decimal es la coma, en la propia línea de escritura. Si el número está comprendido entre $+1$ y -1 , el separador decimal va siempre precedido de un cero.



3.2.9 Los números con muchas cifras pueden repartirse en grupos de tres cifras separadas por un espacio, a fin de facilitar la lectura. Estos grupos no se separan nunca por puntos ni por comas. En los números de una tabla, el formato no debe variar en una misma columna.

3.2.10 La unidad SI coherente de las magnitudes sin dimensión o magnitudes de dimensión uno, es el número uno, símbolo 1. Los valores de estas magnitudes se expresan simplemente mediante números. El símbolo de unidad 1 o el nombre de unidad «uno» no se menciona explícitamente y no existe símbolo particular ni nombre especial para la unidad uno, salvo algunas excepciones que se indican en las tablas. Como los símbolos de los prefijos SI no pueden unirse al símbolo 1 ni al nombre de unidad «uno», para expresar los valores de magnitudes adimensionales particularmente grandes o particularmente pequeñas se emplean las potencias de 10. En las expresiones matemáticas, el símbolo % (por ciento), reconocido internacionalmente, puede utilizarse con el SI para representar al número 0,01. Por lo tanto, puede usarse para expresar los valores de magnitudes sin dimensión. Cuando se emplea, conviene dejar un espacio entre el número y el símbolo %. Cuando se expresan de esta forma los valores de magnitudes adimensionales, es preferible utilizar el símbolo % mejor que la expresión «por ciento». Cuando se expresan valores de fracciones adimensionales (por ejemplo fracción másica, fracción en volumen, incertidumbre relativa, etc.), a veces resulta útil emplear el cociente entre dos unidades del mismo tipo. El término «ppm» que significa 10^{-6} en valor relativo o $1 \cdot 10^{-6}$ o «partes por millón» o millonésimas, se usa también. Cuando se emplea alguno de los términos %, ppm, etc., es importante declarar cuál es la magnitud sin dimensión cuyo valor se está especificando.

3.3. Prefijos del Sistema Internacional

| Factor | Nombre | Símbolo | Factor | Nombre | Símbolo |
|-----------|--------|---------|------------|--------|---------|
| 10^1 | Deca | da | 10^{-1} | Deci | d |
| 10^2 | Hecto | h | 10^{-2} | Centi | c |
| 10^3 | Kilo | k | 10^{-3} | Mili | m |
| 10^6 | Mega | M | 10^{-6} | Micro | μ |
| 10^9 | Giga | G | 10^{-9} | Nano | n |
| 10^{12} | Tera | T | 10^{-12} | Pico | p |
| 10^{15} | Peta | P | 10^{-15} | Femto | f |
| 10^{18} | Exa | E | 10^{-18} | Atto | a |
| 10^{21} | Zetta | Z | 10^{-21} | Zepto | z |
| 10^{24} | Yotta | Y | 10^{-24} | Yocto | y |

4. OTRAS UNIDADES

4.1. Unidades no pertenecientes al SI cuyo uso es aceptado y están autorizadas

| Magnitud | Nombre de la unidad | Símbolo | Valor en unidades SI |
|--------------|-------------------------|---------|---|
| Tiempo | Minuto | min | 1 min = 60 s |
| | Hora | h | 1 h = 60 min = 3600 s |
| | Día | d | 1 d = 24 h = 86 400 s |
| Ángulo plano | Grado ^(a, b) | ° | 1° = $(\pi/180)$ rad |
| | Minuto | ' | 1' = $(1/60)^\circ = (\pi/10\ 800)$ rad |
| | Segundo ^(c) | " | 1" = $(1/60)'$ = $(\pi/648\ 000)$ rad |



| | | | |
|---------|----------------------|------|---|
| Área | Hectárea | ha | 1 ha = 1 hm ² = 10 ⁴ m ² |
| Volumen | Litro ^(d) | L, l | 1 L = 1 l = 1 dm ³ = 10 ³ cm ³ = 10 ⁻³ m ³ |
| Masa | Tonelada | t | 1 t = 10 ³ kg |

- (a) Se recomienda que el grado se divida de forma decimal, mejor que utilizando el minuto y el segundo. Sin embargo, para la navegación y la topografía, la ventaja de utilizar el minuto reside en el hecho de que un minuto de latitud en la superficie de la Tierra corresponde (aproximadamente) a una milla náutica.
- (b) El gon (o grado centesimal, donde grado centesimal es el nombre alternativo de gon) es una unidad de ángulo plano alternativa al grado, definida como $(\pi/200)$ rad. Un ángulo recto corresponde por tanto a 100 gon. El valor potencial del gon en la navegación es que la distancia entre el Polo y el Ecuador de la Tierra es igual a unos 10 000 km; 1 km en la superficie de la Tierra subtende pues un ángulo de un centigón desde el centro de la Tierra. El gon es en todo caso raramente empleado (sí se emplea en el manejo de teodolitos y estaciones totales, en aplicaciones topográficas y de ingeniería civil).
- (c) En astronomía, los ángulos pequeños se miden en segundos de arco (es decir, segundos de ángulo plano), mili-, micro o picosegundos de arco (símbolos: as o ", mas, μ as y pas, respectivamente). El segundo de arco o el segundo de grado son otros nombres del segundo de ángulo plano.
- (d) Los dos símbolos «l» minúscula y «L» mayúscula son utilizables para la unidad litro. Se recomienda la utilización de la «L» mayúscula para evitar el riesgo de confusión entre la letra l (ele) y la cifra 1 (uno).

4.2. Unidades no pertenecientes al SI cuyo valor en unidades SI se obtiene experimentalmente

| Magnitud | Nombre de la unidad | Símbolo | Valor en unidades SI ^(a) |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| Unidades utilizadas con el SI | | | |
| Energía | Electronvoltio ^(b) | eV | 1 eV = 1,602 176 487 (40)·10 ⁻¹⁹ J |
| Masa | Dalton ^(c) | Da | 1 Da = 1,660 538 782 (83)·10 ⁻²⁷ kg |
| | Unidad de masa atómica unificada | u | 1 u = 1 Da |
| Longitud | Unidad astronómica ^(d) | ua | 1 ua = 1,495 978 706 91 (6)·10 ¹¹ m |
| Unidades naturales u. n. | | | |
| Velocidad (velocidad de la luz en el vacío) | Unidad natural de velocidad | c ₀ | 299 792 458 m/s (exacto) |
| Acción (constante de planck reducida) | Unidad natural de acción | ħ | 1,054 571 628 (53)·10 ⁻³⁴ J s |
| Masa (masa del electrón) | Unidad natural de masa | m _e | 9,109 382 15 (45)·10 ⁻³¹ kg |
| Tiempo | Unidad natural de tiempo | ħ/(m _e c ²) | 1,288 088 6570 (18)·10 ⁻²¹ s |
| Unidades atómicas u. a. | | | |
| Carga (carga eléctrica elemental) | Unidad atómica de carga | e | 1,602 176 487 (40)·10 ⁻¹⁹ C |
| Masa (masa del electrón) | Unidad atómica de masa | m _e | 9,109 382 15 (45)·10 ⁻³¹ kg |
| Acción (constante de Planck reducida) | Unidad atómica de acción | ħ | 1,054 571 628 (53)·10 ⁻³⁴ J s |
| Longitud, bohr (radio de Bohr) | Unidad atómica de longitud | a ₀ | 0,529 177 208 59 (36)·10 ⁻¹⁰ m |
| Energía, hartree (energía de Hartree) | Unidad atómica de energía | E _h | 4,359 743 94 (22)·10 ⁻¹⁸ J |
| Tiempo | Unidad atómica de tiempo | ħ/E _h | 2,418 884 326 505 (16)·10 ⁻¹⁷ s |

- (a) Los valores en unidades SI de todas las unidades de la tabla, excepto la unidad astronómica, provienen de la relación de valores de constantes fundamentales recomendados por CODATA (2006). La incertidumbre típica referida a las dos últimas cifras se indica entre paréntesis. Los valores suministrados son revisados periódicamente.
- (b) El electronvoltio es la energía cinética adquirida por un electrón tras atravesar una diferencia de potencial de 1V en el vacío. El electronvoltio se combina a menudo con los prefijos SI.
- (c) El dalton (Da) y la unidad de masa atómica unificada (u) son otros nombres (y símbolos) para la misma unidad, igual a 1/12 de la masa del átomo de ¹²C libre, en reposo y en su estado fundamental. El dalton se combina a menudo con prefijos SI, por ejemplo para expresar la masa de grandes moléculas en kilodaltons, kDa o megadaltons, MDa y para expresar el valor de pequeñas diferencias de masa de átomos o de moléculas en nanodaltons, nDa, e incluso en picodaltons, pDa.
- (d) La unidad astronómica es aproximadamente igual a la distancia media entre el Sol y la Tierra. Es el radio de una órbita newtoniana circular no perturbada alrededor del Sol, de una partícula de masa infinitesimal,



desplazándose a una velocidad media de 0,017 202 098 95 radianes por día (llamada también constante de Gauss).

4.3. Otras unidades no pertenecientes al SI de aplicación exclusiva en sectores específicos

| Magnitud | Nombre de la unidad | Símbolo | Valor en unidades SI |
|---|--------------------------------------|---------|--|
| Presión | Bar ^(a) | bar | 1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 10 ⁵ Pa |
| | Milímetro de mercurio ^(b) | mmHg | 1 mmHg ≈ 133,322 Pa |
| Longitud | Ångström ^(c) | Å | 1 Å = 0,1 nm = 100 pm = 10 ⁻¹⁰ m |
| Distancia | Milla náutica ^(d) | M | 1 M = 1852 m |
| Superficie | Barn ^(e) | b | 1 b = 100 fm ² = (10 ⁻¹² cm) ² = 10 ⁻²⁸ m ² |
| Velocidad | Nudo ^(f) | kn | 1 kn = (1852/3600) m/s |
| Logaritmo de un cociente | Neper ^(g, i) | Np | [véase la nota (j) respecto al valor numérico del neper, del belio y del decibelio.] |
| | Belio ^(h, i) | B | |
| | Decibelio ^(h, i) | dB | |
| Potencia de los sistemas ópticos | Dioptría ^(k) | - | 1 dioptría = 1 m ⁻¹ |
| Masa de las piedras preciosas | Quilate métrico ^(k) | - | 1 quilate métrico = 2 · 10 ⁻⁴ kg |
| Área o superficie de las superficies agrarias y de las fincas | Área ^(k) | a | 1 a = 10 ² m ² |
| Masa longitudinal de las fibras textiles y los hilos | Tex ^(k) | tex | 1 tex = 10 ⁻⁶ kg m ⁻¹ |
| Ángulo plano | Vuelta ^(k) | - | 1 vuelta = 2π rad |

- (a) Todos los datos termodinámicos se refieren a la presión normal de un bar. Antes de 1982, la presión normal era la atmósfera normal, igual a 1,013 25 bar o 101 325 Pa.
- (b) El milímetro de mercurio se utiliza únicamente para la medida de la presión sanguínea y de otros fluidos corporales.
- (c) El ångström se utiliza ampliamente en la cristalografía de rayos X y en química estructural porque todos los enlaces químicos se encuentran en el rango de 1 a 3 ångströms.
- (d) La milla náutica es una unidad empleada en navegación marítima y aérea para expresar distancias. No hay símbolo acordado a nivel internacional, pero se usan los símbolos M, NM, Nm y nmi; en la tabla 8 sólo se indica el símbolo M. Esta unidad se estableció en su origen, y aún continúa empleándose así, porque una milla náutica en la superficie de la Tierra subtende aproximadamente un minuto de ángulo desde el centro de la Tierra, lo que resulta conveniente cuando se miden la latitud y la longitud en grados y minutos de ángulo.
- (e) El barn es una unidad de superficie empleada en física nuclear para caracterizar secciones eficaces.
- (f) El nudo se define como una milla náutica por hora. No hay símbolo acordado a nivel internacional, pero se usa habitualmente el símbolo kn.
- (g) La igualdad $L_A = n \text{ Np}$ (donde n es un número) ha de interpretarse con el significado $\ln(A_2/A_1) = n$. Así cuando $L_A = 1 \text{ Np}$, $A_2/A_1 = e$. El símbolo A se usa aquí para designar la amplitud de una señal senoidal y L_A como el logaritmo neperiano de un cociente de amplitudes o diferencia neperiana de un nivel de amplitudes.
- (h) La igualdad $L_X = m \text{ dB} = (m/10) \text{ B}$ (donde m es un número) ha de interpretarse con el significado $\lg(X/X_0) = m/10$. Así cuando $L_X = 1 \text{ B}$, $X/X_0 = 10$ y cuando $L_X = 1 \text{ dB}$, $X/X_0 = 101/10$. Si X representa una señal cuadrática media o una magnitud de tipo potencial, L_X se denomina nivel de potencia respecto a X_0 .
- (i) Cuando se usan estas unidades, es importante indicar cuál es la naturaleza de la magnitud en cuestión y el valor de referencia empleado. Estas unidades no son unidades SI, pero se acepta su uso con el SI.
- (j) No suele ser necesario precisar los valores numéricos del neper, del belio y del decibelio (ni por tanto la relación del belio y del decibelio al neper). Ello depende de la forma en que se definan las magnitudes logarítmicas.
- (k) Esta unidad no está recogida en los documentos adoptados por la Conferencia General de Pesas y Medidas.

5. CONSTANTES

5.1. Constantes universales



| Cantidad | Símbolo | Valor |
|---------------------------------------|------------------------------|--|
| Impedancia característica en el vacío | $Z_0 = \mu_0 c$ | 376,730 313 461... Ω |
| Permitividad en el vacío | $\epsilon_0 = 1/(\mu_0 c^2)$ | 8,854 187 817... $\cdot 10^{-12}$ F·m ⁻¹ |
| Permeabilidad magnética en el vacío | μ_0 | $4\pi \cdot 10^{-7}$ N A ⁻² = 1,2566 370 614... $\cdot 10^{-6}$ N A ⁻² |
| Constante de gravitación universal | G | 6,6742(10) $\cdot 10^{-11}$ N m ² kg ⁻² |
| Constante de Planck | h | 6,626 0693(11) $\cdot 10^{-34}$ J s |
| Constante reducida de Planck | $\hbar = h/(2\pi)$ | 1,054 571 68(18) $\cdot 10^{-34}$ J s |
| Velocidad de la luz en el vacío | c | 299 792 458 m s ⁻¹ |

5.2. Tabla de constantes electromagnéticas

| Cantidad | Símbolo | Valor |
|---------------------------|-----------------------|---|
| Magnetón de Bohr | $\mu_B = e\hbar/2m_e$ | 9,27400949(80) $\cdot 10^{-24}$ J T ⁻¹ |
| Magnetón nuclear | $\mu_N = e\hbar/2m_p$ | 5,050 783 43(43) $\cdot 10^{-27}$ J T ⁻¹ |
| Resistencia cuántica | $R_0 = h/2e^2$ | 12 906,403 725(43) Ω |
| Constante de von Klitzing | $R_K = h/e^2$ | 25 812,807 449(86) Ω |

5.3. Tabla de constantes atómicas y nucleares

| Cantidad | Símbolo | Valor |
|------------------------------------|--|--|
| Radio de Bohr | $a_0 = \alpha/4\pi R_\infty$ | 0,529 177 2108(18) $\cdot 10^{-10}$ m |
| Constante de acoplamiento de Fermi | $G_F/(\hbar c)^3$ | 1,166 39(1) $\cdot 10^{-5}$ GeV ⁻² |
| Constante de estructura fina | $\alpha = \mu_0 e^2 c / (2h) = e^2 / (4\pi\epsilon_0 \hbar c)$ | 7,297 352 568(24) $\cdot 10^{-3}$ |
| Energía de Hartree | $E_h = 2R_\infty hc$ | 4,359 744 17(75) $\cdot 10^{-18}$ J |
| Quantum of circulation | $h/2m_e$ | 3,636 947 550(24) $\cdot 10^{-4}$ m ² s ⁻¹ |
| Constante de Rydberg | $R_\infty = \alpha^2 m_e c / 2h$ | 10 973 731.568 525(73) m ⁻¹ |
| Sección eficaz de Thomson | $(8\pi/3)r_e^2$ | 0,665 245 873(13) $\cdot 10^{-28}$ m ² |
| Ángulo de Weinberg | $\sin^2\theta_W = 1 - (m_W/m_Z)^2$ | 0,222 15(76) |
| Masa del protón | m_p | 1,672 621 58(13) $\cdot 10^{-27}$ kg |
| Masa del neutrón | m_n | 1,674 927 16(13) $\cdot 10^{-27}$ kg |
| Masa del electrón | m_e | 9,109 381 88(72) $\cdot 10^{-31}$ kg |

5.4. Tabla de constantes físico-químicas

| Cantidad | Símbolo | Valor |
|---|--------------------------|--|
| Unidad de masa atómica | $m_u = 1u$ | 1,660 538 86(28) $\cdot 10^{-27}$ kg |
| Número de Avogadro | N_A, L | 6,022 14199(47) $\cdot 10^{23}$ |
| Constante de Boltzmann | $k = R/N_A$ | 1,380 6505(24) $\cdot 10^{-23}$ J K ⁻¹ |
| Constante de Faraday | $F = N_A e$ | 96 485,3383(83) C mol ⁻¹ |
| Primera constante de radiación | $c_1 = 2\pi\hbar c^2$ | 3,741 771 38(64) $\cdot 10^{-16}$ W m ² |
| | Para radiancia espectral | c_{1L} |
| Número de Loschmidt (a $T=273,15$ K y $p=101,325$ kPa) | $n_0 = N_A/V_m$ | 2,686 7773(47) $\times 10^{25}$ m ⁻³ |
| Constante universal de los gases ideales | R | 8,314 472(15) J K ⁻¹ mol ⁻¹ |




| | | |
|---|---|--|
| Constante molar de Planck | $N_A h$ | $3,990\ 312\ 716(27) \cdot 10^{-10} \text{ J s mol}^{-1}$ |
| Volumen molar de un gas ideal | a $T=273,15 \text{ K}$ $p=100 \text{ kPa}$ | $V_m = RT/p$ $22,710\ 981(40) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ |
| | a $T=273,15 \text{ K}$ $p=101.325 \text{ kPa}$ | $22,413\ 996(39) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ |
| Constante de Stefan-Boltzmann | $\sigma = (\pi^2/60)k^4/\hbar^3c^2$ | $5,670\ 400(40) \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ |
| Constante de la ley de desplazamiento de Wien | $b = (hc/k)/4,965\ 114\ 231 \dots$ | $2,897\ 7685(51) \cdot 10^{-3} \text{ m K}$ |

6. DATOS ASTRONÓMICOS

6.1. El Sol

El Sol es una estrella enana amarilla. Posee el 99,9% de toda la masa del Sistema Solar.

| | | |
|--|-------------------|---|
| Símbolo astronómico | |  |
| Distancia máxima al centro de la Galaxia | km | $\sim 2,5 \cdot 10^{17}$ |
| | años luz | $\sim 27\ 700$ |
| Radio máximo | km | 696 000 |
| Superficie/área | km ² | $6,087\ 7 \cdot 10^{12}$ |
| Volumen | km ³ | $1,412\ 2 \cdot 10^{18}$ |
| Masa | kg | $1,989\ 1 \cdot 10^{30}$ |
| Densidad | kg/m ³ | 1 411 |
| Gravedad ecuatorial | m/s ² | 274 |
| Velocidad de escape | km/s | 617,7 |
| Período de rotación | días | 27d 6h 36min |
| Período orbital alrededor del centro de la Galaxia | años | $2,25 - 2,50 \cdot 10^8$ |
| Velocidad orbital máxima | km/s | $\sim 2,20 \cdot 10^5$ |
| Temperatura máxima en la superficie | K | 5 778 |
| Temperatura máxima en la corona | K | $5 \cdot 10^6$ |
| Temperatura en el núcleo | K | $\sim 1,36 \cdot 10^7$ |
| Composición de la fotosfera | | H, He, O, C, Fe, Ne, N, Si, Mg, S |

6.2. Planetas del sistema solar









Un **planeta** es, según la definición adoptada por la Unión Astronómica Internacional el 24 de agosto de 2006, un cuerpo celeste que:

- Orbita alrededor del Sol.
- Tiene suficiente masa para que su gravedad supere las fuerzas del cuerpo rígido, de manera que asuma una forma en equilibrio hidrostático (prácticamente esférica).
- Ha limpiado la vecindad de su órbita de planetesimales (expresión original en inglés "Clearing the neighborhood").

Según la definición de la Unión Astronómica Internacional el Sistema Solar consta de ocho planetas: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Plutón, que hasta 2006 se consideraba un planeta, ha pasado a clasificarse como planeta enano, junto a Ceres, también considerado planeta durante algún tiempo, ya que era un referente



en la ley de Titius-Bode, y más recientemente considerado como asteroide, y Eris, un objeto transneptuniano similar a Plutón.

| | | Mercurio | Venus | Tierra | Marte | Júpiter | Saturno | Urano | Neptuno |
|---------------------------------|----------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|
| Imagen | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Símbolo Astronómico | | ☿ | ♀ | ♁ | ♂ | ♃ | ♄ | ♅ | ♆ |
| Distancia media al Sol | km | 57 909 175 | 108 208 930 | 149 597 870 | 227 936 640 | 778 412 010 | 1 426 725 400 | 2 870 972 200 | 4 498 252 900 |
| | UA | 0,387 098 93 | 0,723 331 99 | 1 | 1,523 662 31 | 5,203 363 01 | 9,537 070 32 | 19,191 263 93 | 30,068 963 48 |
| Radio medio | km | 2 439,64 | 6 051,59 | 6 378,15 | 3 397,00 | 71 492,68 | 60 267,14 | 25 557,25 | 24 766,36 |
| | :R | 0,382 5 | 0,948 8 | 1 | 0,532 26 | 11,209 | 9,449 | 4,007 | 3,883 |
| Superficie/Área | km ² | 7,5·10 ⁷ | 4,6·10 ⁸ | 5,1·10 ⁸ | 1,4·10 ⁸ | 6,4·10 ¹⁰ | 4,38·10 ¹⁰ | 8,13·10 ⁹ | 7,7·10 ⁹ |
| | :R | 0,147 1 | 0,901 0 | 1 | 0,274 5 | 125,5 | 86,27 | 15,88 | 15,10 |
| Volumen | km ³ | 6,083·10 ¹⁰ | 9,28·10 ¹¹ | 1,083·10 ¹² | 1,631 8·10 ¹¹ | 1,431·10 ¹⁵ | 8,27·10 ¹⁴ | 6,834·10 ¹³ | 6,254·10 ¹³ |
| | :R | 0,056 | 0,87 | 1 | 0,151 | 1 321,3 | 763,59 | 63,086 | 57,74 |
| Masa | kg | 3,302·10 ²³ | 4,869 0·10 ²⁴ | 5,974 2·10 ²⁴ | 6,419 1·10 ²³ | 1,898 7·10 ²⁷ | 5,685 1·10 ²⁶ | 8,684 9·10 ²⁵ | 1,024 4·10 ²⁶ |
| | :R | 0,055 | 0,815 | 1 | 0,107 | 318 | 95 | 14 | 17 |
| Densidad | g/cm ³ | 5,43 | 5,24 | 5,515 | 3,940 | 1,33 | 0,697 | 1,29 | 1,76 |
| Gravedad Ecuatorial | m/s ² | 3,70 | 8,87 | 9,81 | 3,71 | 23,12 | 8,96 | 8,69 | 11,00 |
| Velocidad de escape | km/s | 4,25 | 10,36 | 11,18 | 5,02 | 59,54 | 35,49 | 21,29 | 23,71 |
| Periodo de rotación | días (tiempo sidero) | 58,646225 | -243,018 7 (retrogrado) | 0,997 269 68 | 1,025 956 75 | 0,413 54 | 0,444 01 | -0,718 33 (retrogrado) | 0,671 25 |
| Periodo orbital | años (tiempo sidero) | 0,240 846 7 | 0,615 197 26 | 1,000 017 4 | 1,880 847 6 | 11,862 615 | 29,447 498 | 84,016 846 | 164,791 32 |
| Velocidad orbital media | km/s | 47,872 5 | 35,021 4 | 29,785 9 | 24,130 9 | 13,069 7 | 9,672 4 | 6,835 2 | 5,477 8 |
| Excentricidad | | 0,205 630 69 | 0,006 773 23 | 0,0167 102 2 | 0,093 412 33 | 0,048 392 66 | 0,054 150 60 | 0,047 167 71 | 0,008 585 87 |
| Inclinación | G | 7,004 87 | 3,394 71 | 0,000 05 | 1,850 61 | 1,305 30 | 2,484 46 | 0,769 86 | 1,769 17 |
| Inclinación axial | G | 0,0 | 177,3 | 23,45 | 25,19 | 3,12 | 26,73 | 97,86 | 29,58 |
| Temperatura media en superficie | K | 440 | 730 | 288 / 293 | 186 / 268 | 152 | 134 | 76 | 53 |
| Temperatura media en superficie | C | 166,85 | 456,85 | 14,85 / 19,85 | -87,15 / -5,15 | -121,15 | -139,15 | -197,15 | -220,15 |
| Temperatura media del aire | K | | | 288 | | 165 | 135 | 76 | 73 |
| Temperatura media del aire | C | | | 14,85 | | -108,15 | -138,15 | -197,15 | -200,15 |
| Composición de la Atmósfera | | He Na ⁺ P ⁺ | CO ₂ N ₂ | N ₂ O ₂ | CO ₂ N ₂ Ar | H ₂ He | H ₂ He | H ₂ He CH ₄ | H ₂ He CH ₄ |
| Número de lunas conocidas | | 0 | 0 | 1 | 2 | 63 | 61 | 27 | 13 |
| Anillos | | No | No | No | No | Si | Si | Si | Si |
| Discriminante planetario | | 9,1·10 ⁴ | 1,35·10 ⁶ | 1,7·10 ⁶ | 1,8·10 ⁵ | 6,25·10 ⁵ | 1,9·10 ⁵ | 2,9·10 ⁴ | 2,4·10 ⁴ |

