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	El metro es la longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de 1/299 792 458 de segundo. 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.
Masa	Kilogramo	kg	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.
Tiempo, duración	Segundo	s	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. 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, ν(hfs Cs) = 9 192 631 770 Hz. Esta definición se refiere a un átomo de cesio en reposo, a una temperatura de 0 K.
Corriente eléctrica	Amperio	A	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 $2\cdot10^{-7}$ newton por metro de longitud. De aquí resulta que la constante magnética, μ0, también conocida como permeabilidad del vacío, es exactamente igual a $4\pi\cdot10^{-7}$ henrio por metro, $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}$ H/m.
Temperatura termodinámica	Kelvin	K	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 ^{2}H por mol de ^{1}H, 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. De aquí resulta que la temperatura termodinámica del punto triple del agua es igual a 273,16 kelvin exactamente, T_{tpw} = 273,16 K.
Cantidad de sustancia	Mol	mol	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. 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. De aquí resulta que la masa molar del carbono 12 es igual a 12 g por mol, exactamente, $M(^{12}C)$ = 12 g/mol.
Intensidad luminosa	Candela	cd	La candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia $540\cdot10^{12}$ hercios y cuya intensidad energética en dicha dirección de 1/683 vatios por estereorradián. De aquí resulta que la eficacia luminosa espectral de una radiación monocromática de frecuencia igual a $540\cdot10^{12}$ hercios es igual a 683 lúmenes por vatio, exactamente, K= 683 lm/W = 683 cd sr/W.

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[(g)]	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)]	ºC	–	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 t viene definida por la diferencia $t = T - T_0$, entre dos temperaturas termodinámicas T y T_0, siendo $T_0 = 273{,}15$ 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	$m\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
Energía molar	Julio por mol	J/mol	$m^2\ kg\ s^{-2}\ mol^{-1}$
Entropía molar, capacidad calorífica molar	Julio por mol y kelvin	J/(mol K)	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}\ mol^{-1}$
Exposición (rayos x y γ)	Culombio por kilogramo	C/kg	$Kg^{-1}\ s\ A$
Tasa de dosis absorbida	Gray por segundo	Gy/s	$m^2\ s^{-3}$
Intensidad radiante	Vatio por estereorradián	W/sr	$m^4\ m^{-2}\ kg\ s^{-3} = m^2\ kg\ s^{-3}$
Radiancia	Vatio por metro cuadrado y estereorradián	$W/(m^2\ sr)$	$m^2\ m^{-2}\ kg\ s^{-3} = kg\ s^{-3}$
Concentración de actividad catalítica	Katal por metro cúbico	kat/m^3	$m^{-3}\ s^{-1}\ mol$

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 (·), 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 °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 (·), 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 K puede escribirse también como T/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, °, ′ y ″, respectivamente, para los cuales no se deja espacio entre el valor numérico y el símbolo de unidad. Esta regla implica que el símbolo °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° mejor que 22° 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	t
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]	°	1º = (π/180) rad
	Minuto	’	1’ = (1/60)° = (π/ 10 800) rad
	Segundo[c]	”	1” = (1/60)’ = (π/ 648 000) rad

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

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 (π/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 subtiende 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, µas 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	$\hbar/(m_e c_0^2)$	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	$\hbar/E_h$	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 = $2 \cdot 10^{-4}$ kg
Área o superficie de las superficies agrarias y de las fincas	Área[k]	a	1 a = 10^2 m2
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 subtiende 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 Np (donde n es un número) ha de interpretarse con el significado $\ln(A_2/A_1)$ = n. Así cuando L_A = 1 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 dB = (m/10) B (donde m es un número) ha de interpretarse con el significado $\lg(X/X_0)$ = m/10. Así cuando L_X = 1 B, X/X_0 = 10 y cuando L_X = 1 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	$\varepsilon_0 = 1/(\mu_0 c2)$	8,854 187 817... · 10^{-12} F·m^{-1}
Permeabilidad magnética en el vacío	μ_0	$4\pi\cdot10^{-7}$ N A^{-2} = 1,2566 370 614... ·10^{-6} N A^{-2}
Constante de gravitación universal	G	6,6742(10)·10^{-11} N m^2 kg^{-2}
Constante de Planck	h	6,626 0693(11)·10^{-34} J s
Constante reducida de Planck	$\hbar = h/(2\pi)$	1,054 571 68(18)·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)·10^{-24} J T^{-1}
Magnetón nuclear	$\mu_N = e\hbar/2m_p$	5,050 783 43(43)·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)·10^{-10} m
Constante de acoplamiento de Fermi	$G_F/(\hbar c)^3$	1,166 39(1)·10^{-5} GeV^{-2}
Constante de estructura fina	$\alpha = \mu_0 e^2 c/(2h) = e^2/(4\pi\varepsilon_0\hbar c)$	7,297 352 568(24)·10^{-3}
Energía de Hartree	$E_h = 2R_\infty hc$	4,359 744 17(75)·10^{-18} J
Quantum of circulation	$h/2m_e$	3,636 947 550(24)·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)·10^{-28} m^2
Ángulo de Weinberg	$\text{sen}^2\theta_W = 1 - (m_W/m_Z)^2$	0,222 15(76)
Masa del protón	m_p	1, 672 621 58(13)·10^{-27} kg
Masa del neutrón	m_n	1,674 927 16(13)·10^{-27} kg
Masa del electrón	m_e	9,109 381 88(72)·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)·10^{-27} kg
Número de Avogadro		N_A, L	6,022 14199(47)·10^{23}
Constante de Boltzmann		$k = R/N_A$	1,380 6505(24)·10^{-23} J K^{-1}
Constante de Faraday		$F = N_A e$	96 485,3383(83) C mol^{-1}
Primera constante de radiación		$c_1 = 2\pi hc^2$	3,741 771 38(64)·10^{-16} W m^2
	Para radiancia espectral	c_{1L}	1,191 042 82(20)·10^{-16} W m^2 sr^{-1}
Número de Loschmidt (a *T*=273,15 K y *p*=101,325 kPa)		$n_0 = N_A/V_m$	2,686 7773(47) × 10^{25} m^{-3}
Constante universal de los gases ideales		R	8,314 472(15) J K^{-1} mol^{-1}

Constante molar de Planck		$N_A h$	$3{,}990\ 312\ 716(27)\cdot 10^{-10}$ J s mol^{-1}
Volumen molar de un gas ideal	a T=273,15 K y p=100 kPa	$V_m = RT/p$	$22{,}710\ 981(40)\cdot 10^{-3}$ m^3 mol^{-1}
	a T=273.15 K y p=101.325 kPa		$22{,}413\ 996(39)\cdot 10^{-3}$ m^3 mol^{-1}
Constante de Stefan-Boltzmann		$\sigma = (\pi^2/60)k^4/\hbar^3c^2$	$5{,}670\ 400(40)\cdot 10^{-8}$ W m^{-2} K^{-4}
Constante de la ley de desplazamiento de Wien		b = (hc/k)/4,965 114 231 …	$2{,}897\ 7685(51)\cdot 10^{-3}$ 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 años luz	$\sim 2.5\cdot 10^{17}$ ~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 UA	57 909 175 0,387 098 93	108 208 930 0,723 331 99	149 597 870 1	227 936 640 1,523 662 31	778 412 010 5,203 363 01	1 426 725 400 9,537 070 32	2 870 972 200 19,191 263 93	4 498 252 900 30,068 963 48
Radio medio	km :T	2 439,64 0,382 5	6 051,59 0,948 8	6 378,15 1	3 397,00 0,532 26	71 492,68 11,209	60 267,14 9,449	25 557,25 4,007	24 766,36 3,883
Superficie/Área	km^2 :T	$7{,}5\cdot10^{7}$ 0,147 1	$4{,}6\cdot10^{8}$ 0,901 0	$5{,}1\cdot10^{8}$ 1	$1{,}4\cdot10^{8}$ 0,274 5	$6{,}4\cdot10^{10}$ 125,5	$4{,}38\cdot10^{10}$ 86,27	$8{,}13\cdot10^{9}$ 15,88	$7{,}7\cdot10^{9}$ 15,10
Volumen	km^3 :T	$6{,}083\cdot10^{10}$ 0,056	$9{,}28\cdot10^{11}$ 0,87	$1{,}083\cdot10^{12}$ 1	$1{,}631\ 8\cdot10^{11}$ 0,151	$1{,}431\cdot10^{15}$ 1 321,3	$8{,}27\cdot10^{14}$ 763,59	$6{,}834\cdot10^{13}$ 63,086	$6{,}254\cdot10^{13}$ 57,74
Masa	kg :T	$3{,}302\cdot10^{23}$ 0,055	$4{,}869\ 0\cdot10^{24}$ 0,815	$5{,}974\ 2\cdot10^{24}$ 1	$6{,}419\ 1\cdot10^{23}$ 0,107	$1{,}898\ 7\cdot10^{27}$ 318	$5{,}685\ 1\cdot10^{26}$ 95	$8{,}684\ 9\cdot10^{25}$ 14	$1{,}024\ 4\cdot10^{26}$ 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 (retrógrado)	0,997 269 68	1,025 956 75	0,413 54	0,444 01	-0,718 33 (retrógrado)	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^+	CO2 N2	N2 O2	CO2 N2 Ar	H2 He	H2 He	H2 He CH4	H2 He CH4
Número de lunas conocidas		0	0	1	2	63	61	27	13
Anillos		No	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Discriminante planetario		$9{,}1\cdot10^{4}$	$1{,}35\cdot10^{6}$	$1{,}7\cdot10^{6}$	$1{,}8\cdot10^{5}$	$6{,}25\cdot10^{5}$	$1{,}9\cdot10^{5}$	$2{,}9\cdot10^{4}$	$2{,}4\cdot10^{4}$