

3.5 Los nombres y símbolos de prefijos se emplean con algunas unidades fuera del SI, pero nunca se utilizan con unidades de tiempo: minuto, min; hora, h; día, d. Los astrónomos usan el milisegundo de arco (o de grado), símbolo «mas», y el microsegundo de arco, símbolo «µas», como unidades de medida de ángulos muy pequeños.

3.6 Entre las unidades básicas del Sistema Internacional, la unidad de masa es la única cuyo nombre, por razones históricas, contiene un prefijo. Los nombres y los símbolos de los múltiplos y submúltiplos decimales de la unidad de masa se forman añadiendo los nombres de los prefijos a la palabra «gramo» y los símbolos de estos prefijos al símbolo de la unidad «g».

CAPÍTULO IV

Otras unidades

1. La tabla 6 incluye las unidades no pertenecientes al SI cuyo uso con el Sistema Internacional está aceptado, dado que son ampliamente utilizadas en la vida cotidiana y cada una de ellas tiene una definición exacta en unidades SI. Incluye las unidades tradicionales de tiempo y de ángulo. Contiene también la hectárea, el litro y la tonelada, que son todas de uso corriente a nivel mundial, y que difieren de las unidades SI coherentes correspondientes en un factor igual a una potencia entera de diez. Los prefijos SI se emplean con varias de estas unidades, pero no con las unidades de tiempo.

Tabla 6

Unidades no pertenecientes al SI cuyo uso es aceptado por el Sistema 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° = (π/180) rad
	Minuto.	'	1' = (1/60)° = (π/ 10 800) rad
	Segundo ^(c) .	"	1" = (1/60)' = (π/ 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 (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 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, 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).

2. Las unidades de la tabla 7 están ligadas a las constantes fundamentales y su valor en unidades del SI se determina experimentalmente y, por tanto, tienen una incertidumbre asociada. A excepción de la unidad astronómica, todas las unidades de la tabla están ligadas a constantes fundamentales de la física. Se acepta el uso con el SI de las tres primeras unidades de la tabla: el electrónvoltio, símbolo eV, el dalton o unidad de masa atómica unificada, símbolo Da o u, y la unidad astronómica, símbolo ua.

3. Los dos sistemas de unidades más importantes basados en las constantes fundamentales son: el sistema de unidades naturales (u. n.), utilizado en el campo de la física de altas energías y de partículas, y el sistema de unidades atómicas (u. a.), utilizado en física atómica y en química cuántica. La tabla 7 recoge el valor experimentalmente obtenido en unidades SI. Dado que los sistemas de magnitudes sobre los que se basan estas unidades difieren de forma fundamental del SI no se emplean con él. El resultado final de una medida o de un cálculo expresado en unidades naturales o atómicas debe también indicarse siempre en la unidad SI correspondiente. Las unidades naturales (u. n.) y las unidades atómicas (u. a.) se emplean únicamente en los campos particulares de la física de partículas, de la física atómica y de la química cuántica. Las incertidumbres típicas de las últimas cifras significativas figuran entre paréntesis después de cada valor numérico.

Tabla 7

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 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.	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. La tabla 8 contiene unidades no pertenecientes al SI utilizadas para responder a necesidades específicas de ciertos grupos. Quienes empleen las unidades de la tabla 8 deben indicar siempre su definición en unidades SI. La tabla 8 cita también las unidades de las magnitudes logarítmicas, el neper, el belio y el decibelio. Estas son unidades adimensionales y se emplean para proporcionar información sobre la naturaleza logarítmica

del cociente de magnitudes. El neper, Np, se utiliza para expresar el valor de los logaritmos neperianos (o naturales) de relaciones entre magnitudes, $\ln = \log_e$. El belio y el decibelio, B y dB, $1 \text{ dB} = (1/10) \text{ B}$, se emplean para expresar el valor de logaritmos de base 10 de cocientes entre magnitudes, $\lg = \log_{10}$. Las unidades neper, belio y decibelio se aceptan para su uso con el SI pero no se consideran unidades SI. Los prefijos SI se utilizan con dos de las unidades de la tabla 8, a saber con el bar (por ejemplo milibar, mbar) y con el belio, en particular el decibelio, dB. En la tabla se menciona explícitamente el decibelio, ya que el belio raramente se usa sin este prefijo.

Tabla 8

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 \approx 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 = $(10^{-12} \text{ cm})^2 = 10^{-28} \text{ m}^2$
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 = $2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$
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 = $10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$
Ángulo plano.	Vuelta ^(k) .	–	1 vuelta = $2\pi \text{ rad}$

(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 $L_x = 1 \text{ dB}$, $X/X_0 = 10^{1/10}$. 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.