

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-008-SE-2020, Sistema general de unidades de medida (cancelará al PROY-NOM-008-SCFI-2017 publicado el 24 de julio de 2018 y a la NOM-008-SCFI-2002).

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- ECONOMÍA.- Secretaría de Economía.- Dirección General de Normas.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-008-SE-2020, "SISTEMA GENERAL DE UNIDADES DE MEDIDA (CANCELARÁ AL PROY-NOM-008-SCFI-2017 PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 24 DE JULIO DE 2018 Y A LA NOM-008-SCFI-2002)".

ALFONSO GUATI ROJO SÁNCHEZ, Director General de Normas y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Secretaría de Economía (CCONNSE), con fundamento en los artículos 34, fracciones XIII y XXXIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5, 39 fracción V, 40 fracciones IV, VIII y XVIII, 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 33 de su Reglamento y 36 fracciones I, IX y X del Reglamento Interior de esta Secretaría, expide para consulta pública el PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-008-SE-2020, "SISTEMA GENERAL DE UNIDADES DE MEDIDA" (CANCELARÁ AL PROY-NOM-008-SCFI-2017 PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 24 DE JULIO DE 2018 Y A LA NOM-008-SCFI-2002), a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales los interesados presenten sus comentarios ante el CCONNSE, ubicado en calle Pachuca número 189, colonia Condesa, demarcación territorial Cuauhtémoc, Código Postal 06140, Ciudad de México, teléfono 57 29 61 00, extensiones 13241 y 13238, o bien a los correos electrónicos rebecca.rodriguez@economia.gob.mx y cielo.beltran@economia.gob.mx, para que en los términos de la Ley de la materia se consideren en el seno del Comité que lo propuso. SINEC-20200327124756008.

Ciudad México, a 17 de diciembre de 2020.- El Director General de Normas y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Secretaría de Economía, Lic. **Alfonso Guati Rojo Sánchez**.- Rúbrica.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-008-SE-2020, "SISTEMA GENERAL DE UNIDADES DE MEDIDA (CANCELARÁ AL PROY-NOM-008-SCFI-2017 PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 24 DE JULIO DE 2018 Y A LA NOM-008-SCFI-2002)"

PREFACIO

El Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Secretaría de Economía (CCONNSE) es el responsable de la elaboración del Proyecto de Norma Oficial Mexicana "PROY-NOM-008-SE-2020, Sistema General de Unidades de Medida". Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana contiene requisitos que son correspondientes conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

En la elaboración del PROY-NOM-008-SE-2020, participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE APARATOS DOMÉSTICOS, A.C. (ANFAD);
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, A.C.;
- CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA, DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN (CANIETI);
- EMPRESA PRODUCTIVA SUBSIDIARIA CFE DISTRIBUCIÓN;
- INSTITUTO MEXICANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN;
- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (IPN)
 - ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS (ESFM)
- NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA;
- CENTRO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS;
- EMPRESA PRODUCTIVA SUBSIDIARIA PETRÓLEOS MEXICANOS (PEMEX)
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA (SE)
 - CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA (CENAM)
 - DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS (DGN)
 - PROCURADURÍA FEDERAL DEL CONSUMIDOR (PROFECO)

ÍNDICE DEL CONTENIDO

- 0.** Introducción

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias normativas
3. Términos y definiciones
4. Generalidades
5. Unidades de medida del SGUM. Magnitudes, definiciones y símbolos
6. Prefijos para usarse con las unidades del SI y reglas de escritura
7. Vigilancia
8. Concordancia con Normas Internacionales

APÉNDICE A (Informativo) Algunas unidades no pertenecientes al SI y sus equivalencias con las unidades del SI

APÉNDICE B (Informativo) Magnitudes, símbolos y definiciones

APÉNDICE C (Informativo) Nombres y símbolos de los elementos químicos

APÉNDICE D (Informativo) Símbolos de los elementos químicos y de los núclidos

APÉNDICE E (Informativo) pH

APÉNDICE F (Informativo) Unidades que no pertenecen al SI que pueden usarse temporalmente con el SI

9. Bibliografía

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-Magnitudes y unidades de base del SGUM, y símbolos de las unidades de base

Tabla 2-Definiciones de las unidades de base.

Tabla 3-Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes expresadas a partir de las unidades SI de base

Tabla 4-Unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales

Tabla 5-Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes cuyos nombres y símbolos contienen unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales

Tabla 6-Unidades no pertenecientes al SI cuyo uso con el SI se acepta

Tabla 7-Prefijos del SI

Tabla A.1-Unidades no pertenecientes al SI cuyo valor en unidades SI se obtiene experimentalmente

Tabla A.2-Otras unidades no pertenecientes al SI

Tabla A.3-Unidades no pertenecientes al SI, asociadas a los sistemas de unidades CGS y CGS-Gaussiano

Tabla B.1-Principales magnitudes y unidades de espacio y tiempo

Tabla B.2-Magnitudes y unidades de fenómenos periódicos y conexos

Tabla B.3-Magnitudes y unidades de mecánica

Tabla B.4-Magnitudes y unidades de calor

Tabla B.5-Magnitudes y unidades de electricidad y magnetismo

Tabla B.6-Magnitudes y unidades de luz y radiaciones electromagnéticas

Tabla B.7-Magnitudes y unidades de acústica

Tabla B.8-Magnitudes y unidades de físico-química y físico-molecular

Tabla B.9-Magnitudes y unidades de física atómica y física nuclear

Tabla B.10-Magnitudes y unidades de reacciones nucleares y radiaciones ionizantes

Tabla C.1-Nombres y símbolos de los elementos químicos

Tabla F.1-Unidades que no pertenecen al SI que pueden usarse temporalmente con el SI

0. Introducción

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana tiene como propósito describir el Sistema General de Unidades de Medida que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización vigente en su artículo 5, como el único legal y de uso obligatorio en el país. Con ello se establece la forma de expresar los resultados de mediciones físicas y químicas que responde a las exigencias actuales de las actividades científicas, tecnológicas, educativas, industriales, comerciales u otras, al alcance de todos los sectores del país.

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana tiene su origen principal en el documento *Le Système international d'unités SI 2014* publicado por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM por sus siglas en francés), el cual incluye todas las resoluciones y acuerdos que, sobre el Sistema Internacional de Unidades (SI), ha tomado la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), en el ámbito del Tratado del Metro del cual México es signatario.

El Sistema General de Unidades de Medida (SGUM), objeto de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, se integra con las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI) y con otras unidades de medida no comprendidas en el SI pero aceptadas para usarse con el mismo. Por ello, este Proyecto de Norma Oficial Mexicana recoge las unidades de medida del SI incluyendo sus denominaciones, definiciones y símbolos, así como los prefijos y reglas de escritura para su utilización.

El SI es el primer sistema de unidades de medida coherente, esencialmente completo y armonizado internacionalmente, y está fundamentado en siete unidades de base que se han llevado a la práctica mediante los patrones de medida correspondientes. El SI facilita la estructuración de sus sistemas metroológicos a todos los niveles de exactitud en y entre las naciones que lo adopten.

El valor de una magnitud se expresa generalmente como el producto de un número por una unidad. La unidad no es más que un valor particular de la magnitud considerada, tomada como referencia, y el número es el cociente entre el valor de la magnitud considerada y la unidad. Para una magnitud concreta, se puede utilizar una amplia variedad de unidades. Por ejemplo, la velocidad v de una partícula puede expresarse como 25 metros por segundo o 90 kilómetros por hora, en donde metro por segundo y kilómetro por hora son unidades alternativas equivalentes para expresar el mismo valor de la magnitud velocidad. Sin embargo, debido a la importancia de contar con un conjunto de unidades bien definidas y de fácil acceso, que sean reconocidas universalmente para la multitud de medidas que requiere la compleja sociedad de hoy en día, las unidades deben elegirse de forma que sean accesibles a todo el mundo, constantes en el tiempo y el espacio, y fáciles de realizar con alta exactitud.

Conformar un sistema de unidades, tal como el Sistema Internacional de Unidades, el SI, requiere en primer lugar de un sistema de magnitudes, que incluya una serie de ecuaciones que definan las relaciones entre estas magnitudes. Estas ecuaciones son necesarias porque las relaciones entre las magnitudes determinan de manera similar las relaciones entre sus unidades. Es conveniente también elegir un reducido número de unidades, denominadas unidades de base, con la finalidad de que a partir de ellas se definan las unidades de todas las demás magnitudes, denominadas unidades derivadas, como producto de potencias de las unidades de base. De forma similar, las magnitudes correspondientes se denominan magnitudes de base y magnitudes derivadas, y las ecuaciones que expresan las magnitudes derivadas en función de las magnitudes de base se emplean para expresar las unidades derivadas en función de las unidades de base. Así en la lógica de desarrollo del tema, la elección de las magnitudes y de las ecuaciones que las relacionan precede a la elección de las unidades.

El SI es un sistema de unidades de medida coherente porque las unidades derivadas pueden expresarse en términos de productos de potencias de las unidades de base sin requerir ningún factor diferente de la unidad. Por ejemplo, la unidad derivada de la velocidad es el metro por segundo, que se expresa en términos de las unidades de base de longitud y tiempo como $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Otra unidad para la velocidad es $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, la cual se expresa en términos de las unidades de base como $3.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} = 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; como hay entre ellas un factor diferente de 1, la unidad $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ no es coherente con la unidad $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Debe notarse que el uso de múltiplos o submúltiplos de las unidades de base provocan la pérdida de la coherencia.

Por lo cual, este Proyecto de Norma Oficial Mexicana contiene los requisitos para el uso de las unidades, símbolos y reglas de escritura de las unidades del SGUM que deben observarse al expresar resultados de medición en el país y contiene apéndices de naturaleza informativa acerca de otras unidades de medida.

1. Objetivo y campo de aplicación

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana establece las definiciones, símbolos y reglas de escritura de las unidades del Sistema General de Unidades de Medida, para utilizarse en los ámbitos donde las cantidades se refieran a propiedades de cuerpos, fenómenos o sustancias de naturaleza física, química o biológica, independientemente de sus aplicaciones en los diferentes campos de la ciencia, la tecnología, la industria, la educación, la salud, el medio ambiente, el comercio u otros.

2. Referencias normativas

La siguiente Norma Mexicana, vigente o la que la sustituya, es indispensable para la aplicación del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana. En tanto no exista Norma Oficial Mexicana o Norma Mexicana correspondiente se podrá hacer referencia a Normas Internacionales, en los términos que establecen la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento en lo conducente.

2.1 NMX-Z-055-IMNC-2009 *Vocabulario Internacional de Metrología-Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM)*, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 2009.

2.2 Guía ISO/IEC 99: 2007 *International vocabulary of metrology-Basic and general concepts and associated terms (VIM)*.

Nota explicativa nacional

A continuación, se indica el grado de concordancia de la Norma Internacional señalada en las referencias normativas respecto a las normas:

Norma Internacional	Norma	Grado de Concordancia
Guía ISO/IEC 99: 2007	NMX-Z-055-IMNC-2009	No equivalente (NEQ)

3. Términos y definiciones

Para la correcta aplicación de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana aplican las definiciones de la NMX-Z-055-IMNC-2009.

4. Generalidades

En la expresión de las medidas en los ámbitos donde éstas se refieran a propiedades de cuerpos, fenómenos o sustancias de naturaleza física, química o biológica, independientemente del campo de sus aplicaciones:

- a) Deben usarse las unidades de medida de base del SGUM y sus símbolos según se muestran en el Capítulo 5 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.
- b) Deben utilizarse los símbolos de las unidades de medida derivadas de acuerdo a lo indicado en el Capítulo 5 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.
- c) Deben utilizarse los prefijos y las reglas de escritura de acuerdo a lo indicado en el Capítulo 6 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

NOTA 1: El uso de las unidades de medida del SI en la expresión de resultados de medición supone que existe una relación de los valores de dichos resultados con las definiciones de las unidades del SI. Estas definiciones se llevan a la práctica mediante los valores de los correspondientes patrones nacionales de medida. Se dice entonces que los resultados de medición así expresados tienen la propiedad de trazabilidad metrológica.

5. Unidades de medida del SGUM. Magnitudes, definiciones y símbolos

5.1 Unidades de base

Las magnitudes y unidades de base del SGUM se muestran en la Tabla 1. La aplicación de los símbolos de las unidades SI de base es un requisito de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

Tabla 1-Magnitudes y unidades de base del SGUM, y símbolos de las unidades de base.

Magnitudes de base	Unidades SI de base	
Nombre	Nombre	Símbolo
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
corriente eléctrica	ampere	A
temperatura termodinámica	kelvin	K
cantidad de sustancia	mol	mol
intensidad luminosa	candela	cd

La Tabla 2 contiene las definiciones de las unidades de base.

Tabla 2-Definiciones de las unidades de base.

metro	es la longitud de la trayectoria recorrida en el vacío por la luz durante un lapso de $1/299\,792\,458$ de segundo.
kilogramo	es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo
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
ampere	es la corriente eléctrica 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 2×10^{-7} newton por metro de longitud.
kelvin	es la fracción $1/273.16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.
mol *	es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0.012 kilogramos de carbono 12.
candela	es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz y cuya intensidad energética en dicha dirección de $1/683$ watt por estereorradián.
* 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.	

5.2 Unidades derivadas

5.2.1 Generalidades

Las unidades derivadas se forman a partir de productos de potencias de unidades de base. Las unidades derivadas coherentes son productos de potencias de unidades de base en las que el único factor numérico que interviene es el 1. Las unidades de base y las unidades derivadas coherentes del SI forman un conjunto coherente, denominado conjunto de unidades SI coherentes.

El número de magnitudes utilizadas en la ciencia, la industria y otras actividades no tiene límite; por tanto, no es posible establecer una lista completa de magnitudes y unidades derivadas. Para unidades derivadas y unidades derivadas coherentes, expresadas en función de la unidad SI de base, puede consultarse la Tabla 3.

Tabla 3-Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes expresadas a partir de las unidades SI de base.

Magnitud derivada	Unidad SI derivada coherente	
Nombre	Nombre	Símbolo
área, superficie	metro cuadrado	m ²
volumen	metro cúbico	m ³
velocidad	metro por segundo ^(a)	m·s ⁻¹
aceleración	metro por segundo cuadrado	m·s ⁻²
número de onda	metro a la potencia menos uno	m ⁻¹
densidad	kilogramo por metro cúbico	kg·m ⁻³
densidad superficial	kilogramo por metro cuadrado	kg·m ⁻²
volumen específico	metro cúbico por kilogramo	m ³ ·kg ⁻¹
densidad de corriente	ampere por metro cuadrado	A·m ⁻²
intensidad de campo magnético	ampere por metro	A·m ⁻¹
concentración de cantidad de sustancia ^(b)	mol por metro cúbico	mol·m ⁻³
fracción de cantidad de sustancia	mol por mol	mol·mol ⁻¹
fracción de masa	kilogramo por kilogramo	kg·kg ⁻¹
concentración de masa	kilogramo por metro cúbico	kg·m ⁻³
luminancia	candela por metro cuadrado	cd·m ⁻²
índice de refracción ^(c)	uno	1
permeabilidad relativa ^(c)	uno	1

(a) Como es habitual en el país, en todos los casos el uso del término “por” indica una operación de división, y no de multiplicación. En las expresiones algebraicas se recomienda utilizar la notación exponencial y el signo “.” para indicar multiplicación.

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

(c) Son magnitudes adimensionales o magnitudes de dimensión uno. El símbolo “1” de la unidad (el número “uno”) se omite cuando se indica el valor de las magnitudes adimensionales.

5.2.2 Unidades con nombres y símbolos especiales

Por conveniencia, ciertas unidades derivadas coherentes reciben nombres y símbolos especiales. Son en total veintidós y se describen en la Tabla 4. Estos nombres y símbolos especiales pueden utilizarse con los nombres y los símbolos de las unidades de base o derivadas para expresar las unidades de otras magnitudes derivadas. Algunos ejemplos de ello figuran en la Tabla 5. Los nombres y símbolos especiales son una forma compacta de expresar combinaciones de unidades de base de uso frecuente, pero en muchos casos sirven también para recordar la magnitud en cuestión. Los prefijos del SI pueden emplearse con cualquiera de los nombres y símbolos especiales, pero al hacerlo la unidad resultante no es más una unidad coherente.

La última columna de las Tablas 4 y 5 muestra la expresión de las unidades SI mencionadas en función de las unidades SI de base. No se muestran explícitamente los factores de la forma m⁰, kg⁰, etc., que son iguales a 1,

Tabla 4-Unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales.

Magnitud derivada	Unidad SI derivada coherente(a)			
	Nombre	Símbolo	Expresión mediante otras unidades del SI	Expresión en unidades SI de base
ángulo plano	radián ^(e)	rad	1 ^(c)	m·m ⁻¹
ángulo sólido	estereorradián ^(e,f)	sr	1 ^(c)	m ² ·m ⁻²
frecuencia	hertz ^(g)	Hz	^(d)	s ⁻¹
fuerza	newton	N	^(d)	m·kg·s ⁻²
presión	pascal	Pa	N·m ⁻²	m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
energía, trabajo, cantidad de calor	joule	J	N·m	m ² ·kg·s ⁻²
potencia	watt	W	J·s ⁻¹	m ² ·kg·s ⁻³
carga eléctrica	coulomb	C	W/A ⁻¹	s·A
tensión eléctrica, diferencia de potencial eléctrico	volt	V	W·A ⁻¹	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹
capacitancia	farad	F	C·V ⁻¹	m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ⁴ ·A ²
resistencia eléctrica	ohm	Ω	V·A ⁻¹	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²
conductancia	siemens	S	A·V ⁻¹	m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ³ ·A ²
flujo magnético	weber	Wb	V·s	m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻¹
densidad de flujo magnético ^(j)	tesla	T	Wb·m ⁻²	kg·s ⁻² ·A ⁻¹
inductancia	henry	H	Wb·A ⁻¹	m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻²
temperatura Celsius	grado Celsius ^(h)	°C	^(d)	K
flujo luminoso	lumen	lm	cd·sr	cd
iluminancia	lux	lx	lm·m ⁻²	cd·m ⁻²
actividad de radionucleido ⁽ⁱ⁾	becquerel	Bq	^(d)	s ⁻¹
dosis absorbida, energía específica (impartida), kerma	gray	Gy	J·kg ⁻¹	m ² ·s ⁻²
dosis equivalente, dosis equivalente ambiental, dosis equivalente direccional y dosis equivalente personal	sievert	Sv	J/kg	m ² ·s ⁻²
actividad catalítica	katal	Kat ^(b)	^(d)	s ⁻¹ ·mol

- (a) Como es habitual en el país, en todos los casos el uso del término “por” indica una operación de división, y no de multiplicación. En las expresiones algebraicas se recomienda utilizar la notación exponencial y el signo “.” para indicar multiplicación.
- (b) En el ámbito de la química clínica, esta magnitud se llama también concentración de sustancia.
- (c) Son magnitudes adimensionales o magnitudes de dimensión uno. El símbolo “1” de la unidad (el número “uno”) se omite cuando se indica el valor de las magnitudes adimensionales.
- (d) 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.
- (e) El radián y el estereorradián son nombres especiales del número uno, que pueden usarse para proporcionar información respecto a la magnitud a que se refieren. En la práctica, los símbolos rad y sr se emplean donde sea apropiado, mientras que el símbolo de la unidad derivada “uno” no se menciona cuando se dan valores de magnitudes adimensionales.
- (f) En fotometría se mantiene generalmente el nombre estereorradián y el símbolo sr en la expresión de las unidades.
- (g) El hertz sólo se utiliza para los fenómenos periódicos y el becquerel para los procesos estocásticos relacionados con la actividad de un radionucleido.
- (h) El grado Celsius es el nombre especial del kelvin empleado para expresar las temperaturas Celsius y es una unidad derivada. 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.
- (i) La actividad de un radionucleido se llama algunas veces, de manera incorrecta, radioactividad.
- (j) A la densidad de flujo magnético también se la conoce como inducción magnética.

Tabla 5-Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes cuyos nombres y símbolos contienen unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales.

Magnitud	Unidad SI derivada coherente		
	Nombre	Símbolo	Expresión en unidades SI de base
viscosidad dinámica	pascal segundo	Pa·s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
momento de una fuerza	newton metro	N·m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
tensión superficial	newton por metro	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
velocidad angular	radián por segundo	rad/s	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} = s^{-1}$
aceleración angular	radián por segundo cuadrado	rad/s ²	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-2} = s^{-2}$
densidad superficial de flujo térmico, irradiancia	watt por metro cuadrado	W/m ²	$kg \cdot s^{-3}$
capacidad térmica, entropía	joule por kelvin	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
capacidad térmica másica, entropía másica	joule por kilogramo - kelvin	J/(kg·K)	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
energía másica	joule por kilogramo	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
conductividad térmica	watt por metro - kelvin	W/(m·K)	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
densidad de energía	joule por metro cúbico	J/m ³	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
campo eléctrico	volt por metro	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
densidad de carga eléctrica	coulomb por metro cúbico	C/m ³	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
densidad superficial de carga eléctrica	coulomb por metro cuadrado	C/m ²	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
densidad de flujo eléctrico, desplazamiento eléctrico	coulomb por metro cuadrado	C/m ²	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
permitividad	farad por metro	F/m	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
permeabilidad	henry por metro	H/m	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
energía molar	joule por mol	J/mol	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$
entropía molar, capacidad calorífica molar	joule por mol - kelvin	J/(mol·K)	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
exposición (rayos x, y γ)	coulomb por kilogramo	C/kg	$kg^{-1} \cdot s \cdot A$
tasa de dosis absorbida	gray por segundo	Gy/s	$m^2 \cdot s^{-3}$
intensidad radiante	watt por estereorradián	W/sr	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
radiancia	watt por metro cuadrado-estereorradián	W/(m ² ·sr)	$kg \cdot s^{-3}$
concentración de actividad catalítica	katal por metro cúbico	kat/m ³	$m^{-3} \cdot s^{-1} \cdot mol$

Los valores de distintas magnitudes pueden expresarse utilizando el mismo nombre y símbolo de unidad SI. De esta forma, por ejemplo, el joule por kelvin es el nombre de la unidad SI para la magnitud capacidad térmica, así como para la magnitud entropía. Debe indicarse tanto la unidad como la magnitud de medida. Esta regla debe aplicarse a los textos científicos, los textos técnicos, a instrumentos de medida, entre otros. Ver Capítulo 6.

Una unidad derivada puede expresarse de formas distintas utilizando unidades de base y unidades derivadas con nombres especiales: el joule, por ejemplo, puede escribirse newton metro o bien kilogramo metro cuadrado por segundo cuadrado. Esta libertad algebraica queda en todo caso limitada por consideraciones físicas de sentido común y, según las circunstancias, ciertas formas pueden resultar más útiles que otras.

En la práctica, para facilitar la distinción entre magnitudes diferentes que tienen la misma dimensión, se prefiere el uso de nombres especiales de unidades o combinaciones de nombres. Usando esta libertad, se pueden elegir expresiones que recuerden la definición de la magnitud. Como ejemplos, la magnitud momento de una fuerza puede considerarse como el resultado del producto vectorial de una fuerza por una distancia, lo que sugiere emplear la unidad newton metro; o la energía por unidad de ángulo aconseja emplear la unidad joule por radián. La unidad SI de frecuencia es el hertz que implica ciclos por segundo; la unidad SI de velocidad angular es el radián por segundo y la unidad SI de actividad es el becquerel, con el significado de cuentas por segundo. Aunque sería formalmente correcto escribir estas tres unidades como segundo a la potencia menos uno, el empleo de nombres diferentes sirve para subrayar las diferentes naturalezas de las magnitudes consideradas. El hecho de utilizar la unidad radián por segundo para expresar la velocidad angular y el hertz para la frecuencia, indica también que debe multiplicarse por 2π el valor numérico de la frecuencia en hertz para obtener el valor numérico de la velocidad angular correspondiente en radianes por segundo.

En el campo de las radiaciones ionizantes, la unidad SI de actividad es el becquerel en vez del segundo elevado a la potencia menos uno, y las unidades SI de dosis absorbida y dosis equivalente, respectivamente, son gray y sievert, en vez de joule por kilogramo. Los nombres especiales becquerel, gray y sievert se han introducido específicamente en atención a los peligros para la salud humana que podrían resultar en errores en el caso de que se empleasen las unidades segundo a la menos uno y joule por kilogramo para identificar a todas estas magnitudes.

5.2.3 Unidades para magnitudes adimensionales

Algunas magnitudes se definen como cocientes de dos magnitudes de la misma naturaleza por lo que su dimensión se expresa mediante el número uno, y son denominadas adimensionales o magnitudes de dimensión uno. La unidad SI coherente de todas las magnitudes adimensionales o magnitudes de dimensión uno, es el número uno, dado que esta unidad es el cociente de dos unidades SI idénticas. El valor de estas magnitudes se expresa por números puros y la unidad "uno" no se menciona explícitamente. Como ejemplos de tales magnitudes, se pueden citar el índice de refracción, la permeabilidad relativa o el coeficiente de fricción. Hay otras magnitudes definidas como un producto complejo y adimensional de magnitudes más simples. Por ejemplo, entre los "números característicos" cabe citar el número de Reynolds $Re = \rho v l / \eta$, en donde ρ es la densidad, η la viscosidad dinámica, v la velocidad y l una longitud. En todos estos casos, la unidad puede considerarse como el número uno, unidad derivada adimensional.

Otra clase de magnitudes adimensionales son los números que representan cuentas, como el número de moléculas, la degeneración de niveles de energía o la función de partición en termodinámica estadística correspondiente al número de estados termodinámicamente accesibles.

Para facilitar la identificación de la magnitud en cuestión, en algunos casos a esta unidad se le asigna un nombre especial como el radián o el estereorradián. El radián y el estereorradián reciben un nombre especial para la unidad derivada coherente uno, a fin de expresar los valores del ángulo plano y del ángulo sólido, respectivamente, y en consecuencia figuran en la Tabla 4.

NOTA 1: Para mayor información puede consultarse el Apéndice A.

5.2.4 Unidades no pertenecientes al SI aceptadas para su uso con unidades del SI

La Tabla 6 incluye las unidades no pertenecientes al SI cuyo uso con el Sistema Internacional se acepta dado que son ampliamente utilizadas en la vida cotidiana. Su utilización podría prolongarse indefinidamente; cada una de ellas tiene una definición exacta en unidades SI.

Tabla 6- Unidades no pertenecientes al SI cuyo uso con el SI se acepta.

Magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad	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)	°	1° = $(\pi/180)$ rad
	minuto	'	1' = $(1/60)^\circ = (\pi/10\ 800)$ rad
	segundo	"	1" = $(1/60)' = (\pi/648\ 000)$ rad
área	hectárea	ha	1 ha = 1 hm ² = 10 ⁴ m ²
volumen	litro	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 el uso de submúltiplos decimales del grado en lugar del minuto y el segundo; y del gon como otra unidad de ángulo plano.

6. Prefijos para usarse con las unidades del SI y reglas de escritura

6.1 Prefijos para los nombres de múltiplos y submúltiplos

Los nombres y símbolos de prefijos para formar los nombres y símbolos de los múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades SI desde 10^{-24} hasta 10^{24} son

Tabla 7-Prefijos del SI.

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

Los prefijos SI representan estrictamente potencias de 10. No deben utilizarse para expresar potencias de 2 (por ejemplo, un kilobit representa 1 000 bits y no 1 024 bits). Los nombres y símbolos de los prefijos correspondientes a 2¹⁰, 2²⁰, 2³⁰, 2⁴⁰, 2⁵⁰ y 2⁶⁰ son, respectivamente, kibi, Ki; mebi, Mi; gibi, Gi; tebi, Ti; pebi, Pi; y exbi, Ei. Así, por ejemplo, un kibibyte se escribe: 1 KiB = 2¹⁰ B = 1 024 B, en donde B representa al byte. Aunque estos prefijos no pertenecen al SI, deben emplearse solamente en el campo de la tecnología de la información.

Estos prefijos, a excepción de algunas pocas unidades como el litro y el bar, no deben usarse para expresar unidades que no pertenecen al SI. Por ejemplo, no es válida la expresión “decigrados Celsius” ni el símbolo “d °C”.

6.2 Signo decimal

El signo decimal debe ser una coma sobre la línea (,) o un punto sobre la línea (.).

Si la magnitud de un número es menor que la unidad, el signo decimal debe ser precedido por un cero. Cuando se use la coma como signo decimal, debe evitarse su uso para agrupar dígitos de tres en tres como es habitual en algunos ámbitos.

6.3 Reglas de escritura

6.3.1 Reglas de escritura para las Unidades

Los símbolos de las unidades deben ser escritos en caracteres del alfabeto romano –y no del alfabeto griego u otro-, rectos alineados con la vertical, independientemente del tipo de letra del texto adyacente. El símbolo de la unidad no debe pluralizarse, ni terminarse con un punto, excepto cuando se encuentre al final de un párrafo.

El signo de multiplicación para indicar el producto de dos o más unidades debe ser de preferencia un punto a media altura (\cdot). Este punto puede suprimirse cuando la falta de separación de los símbolos de las unidades que intervengan en el producto no dé lugar a confusión.

Ejemplo: N·m o Nm, o también m·N

pero no mN que se confunde con milinewton, submúltiplo de la unidad de fuerza.

Cuando una unidad derivada se forma por el cociente de dos unidades, dicho cociente puede expresarse utilizando una línea inclinada, una línea horizontal o bien potencias negativas.

Ejemplo: m/s o ms^{-1} para expresar la unidad de velocidad, metro por segundo

No se recomienda utilizar más de una línea inclinada en una sola expresión a menos que se agreguen paréntesis. En los casos complicados, deben utilizarse potencias negativas o paréntesis

Ejemplos: m/s^2 o $m \cdot s^{-2}$, pero no: $m/s/s$
 $m \cdot kg/(s^3 \cdot A)$ o $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$, pero no: $m \cdot kg/s^3/A$

No se permite usar los términos billón, trillón y sus respectivas abreviaciones.

No se admite usar las expresiones como partes en mil o partes por millón, especialmente al referirse a magnitudes relativas a contenidos, fracciones o concentraciones de sustancia.

6.3.2 Reglas de escritura para los prefijos

Los símbolos de los prefijos se escriben en caracteres del alfabeto romano –y no del alfabeto griego u otro-, rectos alineados con la vertical, de manera similar a los símbolos de las unidades, independientemente del tipo de letra del texto adyacente. Se unen a los símbolos de las unidades sin dejar espacio entre el símbolo del prefijo y el de la unidad. Con excepción de da (deca), h (hecto) y k (kilo), todos los símbolos de prefijos asociados con múltiplos se escriben con mayúsculas y todos los símbolos de prefijos asociados a submúltiplos se escriben con minúsculas. Todos los nombres de los prefijos se escriben con minúsculas, salvo cuando se encuentran al comienzo de una frase.

Ejemplos: pm (picómetro)
 mmol (milimol)
 GΩ (gigaohm)
 THz (terahertz)

El grupo formado por un símbolo de prefijo y un símbolo de unidad constituye un nuevo símbolo de unidad, y por ello se torna inseparable (formando un múltiplo o un submúltiplo de la unidad que le dio origen). Puede ser elevado a una potencia positiva o negativa y puede combinarse con símbolos de otras unidades.

Ejemplos: $2.3 \text{ cm}^3 = 2.3 (\text{cm})^3 = 2.3 (10^{-2} \text{ m})^3 = 2.3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
 $1 \text{ cm}^{-1} = 1 (\text{cm})^{-1} = 1 (10^{-2} \text{ m})^{-1} = 10^2 \text{ m}^{-1} = 100 \text{ m}^{-1}$
 $1 \text{ V/cm} = (1 \text{ V}) / (10^{-2} \text{ m}) = 10^2 \text{ V/m} = 100 \text{ V/m}$
 $5\,000 \mu\text{s}^{-1} = 5\,000 (\mu\text{s})^{-1} = 5\,000 (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 5 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$

Por lo mismo, los nombres de los prefijos son inseparables al escribir los nombres de las unidades a las que se unen. Así, por ejemplo, milímetro, micropascal y meganewton se escriben como una sola palabra, sin espacio u otro símbolo entre ellos.

No están permitidos los símbolos de prefijos compuestos; es decir, los símbolos de prefijos formados por yuxtaposición de dos o más símbolos de prefijos. Esta regla aplica también a los nombres de posibles prefijos compuestos.

Ejemplo: Es válido escribir nm (nanómetro), pero no lo es mμm (milimicrómetro).

Los símbolos de los prefijos no deben utilizarse solos o unidos al número 1, símbolo de la unidad uno. Igualmente, los nombres de los prefijos no deben unirse al nombre de la unidad uno, es decir a la palabra “uno”.

Ejemplo: El número de átomos de plomo en una muestra es igual a $N(\text{Pb}) = 5 \times 10^6$, pero no $N(\text{Pb}) = 5 \text{ M}$, en donde M representaría el prefijo mega.

6.3.3 El kilogramo

Por razones históricas, entre las unidades de base del Sistema Internacional la unidad de masa es la única cuyo nombre 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”.

NOTA 1: Es válida la expresión $10^{-6} \text{ kg} = 1 \text{ mg}$, pero no $1 \mu\text{kg}$ (microkilogramo).

7. Vigilancia

La vigilancia del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana estará a cargo de la Secretaría de Economía, por conducto de la Dirección General de Normas y de la Procuraduría Federal del Consumidor, conforme a sus respectivas atribuciones.

8. Concordancia con normas internacionales

Este Proyecto de Norma no es equivalente (NEQ) con ninguna Norma Internacional, por no existir esta última al momento de elaborar la Norma.

APÉNDICE A

(Informativo)

Algunas unidades no pertenecientes al SI y sus equivalencias con las unidades del SI

A.1 Generalidades

El Sistema Internacional de Unidades, SI, es un sistema de unidades adoptado por la Conferencia General de Unidades de Medida (CGPM) que proporciona las unidades de referencia aprobadas internacionalmente, en función de las cuales se definen todas las demás unidades. Se recomienda su utilización en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y el comercio. Las unidades de base del SI, y las unidades derivadas coherentes, incluyendo aquellas que tienen nombres especiales, tienen la importante ventaja de formar un conjunto coherente de unidades lo cual significa que no es necesario efectuar conversiones de unidades cuando se dan valores particulares a las magnitudes en las ecuaciones que las relacionan; por esta propiedad el SI es un conjunto de unidades coherentes. Como el SI es el único sistema de unidades reconocido a nivel mundial, ofrece la clara ventaja de establecer un lenguaje universal. En definitiva, si el SI se usara universalmente, se simplificaría la enseñanza de la ciencia y de la tecnología en la próxima generación.

No obstante, es claro que ciertas unidades no pertenecientes al SI aún aparecen en publicaciones científicas, técnicas y comerciales y que continuarán en uso durante muchos años. Algunas unidades no pertenecientes al SI son de importancia histórica; otras, como las unidades de tiempo y de ángulo, se encuentran tan ancladas en la historia y en la cultura humanas que seguirán siendo utilizadas en el futuro. Por otra parte, los científicos deben tener la libertad de utilizar ocasionalmente unidades no pertenecientes al SI, si lo consideran ventajoso para su trabajo; por ejemplo, la utilización de unidades CGS-Gauss para la teoría electromagnética aplicada a la electrodinámica cuántica y a la relatividad. Por estas razones, se considera útil establecer, en las tablas que siguen, listados de las unidades más importantes no pertenecientes al SI. Debe tenerse presente, sin embargo, que al emplear estas unidades se pierde una parte importante de las ventajas del SI.

La inclusión de unidades no pertenecientes al SI en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana no implica recomendación alguna para su uso. Por las razones expuestas, en general es preferible el empleo de las unidades SI. También es deseable evitar el uso conjunto de unidades no pertenecientes al SI y de unidades SI; en especial, la combinación en una sola unidad de unidades no pertenecientes al SI y de unidades SI debe restringirse a casos particulares a fin de no demeritar las propiedades del SI. Finalmente, si se decide utilizar las unidades no pertenecientes al SI que figuran en las Tablas A.1, A.2 y A.3, es necesario hacerlo únicamente en circunstancias particulares y considerar sus definiciones en función de las unidades SI correspondientes.

A.2 Unidades no pertenecientes al SI cuyo valor en unidades SI se obtiene experimentalmente

La Tabla A.1 contiene unidades cuyos valores en unidades SI se han determinado experimentalmente, y por tanto tienen asociada una incertidumbre de medida. A excepción de la unidad astronómica, todas las unidades en esta Tabla están ligadas a constantes fundamentales de la física. Se ha aceptado el uso con el SI de las tres primeras unidades de la tabla: el electronvolt, el dalton o unidad de masa atómica unificada, y la unidad astronómica. Estas unidades desempeñan un papel importante en un cierto número de campos especializados, en los que los resultados de medida y los cálculos se expresan más cómoda y útilmente mediante estas unidades. Los valores del electronvolt y del dalton dependen respectivamente de la carga eléctrica elemental e y de la constante de Avogadro N_A .

Existen muchas otras unidades de este tipo, dado que hay muchos campos en los que es más cómodo expresar los resultados de las observaciones experimentales o de los cálculos teóricos por medio de las constantes fundamentales de la naturaleza. 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. En el sistema de unidades naturales, las magnitudes de base en mecánica son la velocidad, la acción y la masa, cuyas unidades de base son la velocidad de la luz en el vacío c_0 , la constante de Planck \hbar dividida por 2π , denominada constante de Planck reducida, con símbolo \hbar , y la masa del electrón m_e , respectivamente. En general estas unidades no han recibido nombre especial ni símbolo particular, sino que simplemente se denominan unidad natural de velocidad, símbolo c_0 , unidad natural de acción, símbolo \hbar , y unidad natural de masa, símbolo m_e . En este sistema el tiempo es una magnitud derivada y la unidad natural de tiempo es una unidad derivada igual a la combinación de unidades de base $\hbar/m_e c_0^2$. Análogamente, en el sistema de unidades atómicas, cualesquiera cuatro de las cinco magnitudes: carga, masa, acción, longitud y energía, se considera como un conjunto de magnitudes de base. Las unidades de base correspondientes son e para la carga eléctrica elemental, m_e para la masa del electrón, \hbar para la acción, a_0 (o bohr) para el radio de Bohr y E_h (o hartree) para la energía de Hartree, respectivamente. En este sistema, el tiempo también es una magnitud derivada y la unidad atómica de tiempo es una unidad derivada, igual a \hbar/E_h . Obsérvese que $a_0 = \alpha/(4\pi R_\infty)$, en donde α es la constante de estructura fina y R_∞ es la constante de Rydberg, y que $E_h = e^2/(4\pi\epsilon_0\alpha_0) = 2R_\infty\hbar c_0 = \alpha^2 m_e c_0^2$, en donde ϵ_0 es la constante dieléctrica (la permitividad del vacío); ϵ_0 tiene un valor exacto en el SI.

Estas diez unidades naturales y atómicas y su valor en unidades SI figuran en la Tabla A.1. Dado que los sistemas de magnitudes sobre los que se basan estas unidades difieren de forma fundamental del SI, generalmente no se emplean con el SI y la comunidad internacional no las ha aceptado oficialmente para utilizarlas con el Sistema Internacional. Para su buena comprensión, 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 A.1-Unidades no pertenecientes al SI cuyo valor en unidades SI se obtiene experimentalmente.

Magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad	Valor en unidades del SI (a)
Unidades utilizadas en el SI			
energía	electronvolt ^(b)	eV	1 eV = 1.602 176 53(14) × 10 ⁻¹⁹ J
masa	dalton ^(c)	Da	1 Da = 1.660 538 86(28) × 10 ⁻²⁷ kg
masa	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	unidad natural de velocidad: (velocidad de la luz en el vacío)	c_0	299 792 458 m/s (exacto)
acción	unidad natural de acción (constante de Planck reducida)	\hbar	1.054 571 68(18) × 10 ⁻³⁴ J s
masa	unidad natural de masa (masa del electrón)	m_e	9.109 3826(16) × 10 ⁻³¹ kg
tiempo	unidad natural del tiempo	$\hbar/(m_e c_0^2)$	1.288 088 8877 (86) × 10 ⁻²¹ s
Unidades atómicas (u.a.)			
carga	unidad atómica de carga, (carga eléctrica elemental)	e	1.602 176 53(14) × 10 ⁻¹⁹ C
masa	unidad atómica de masa, (masa del electrón)	m_e	9.109 382 6(16) × 10 ⁻³¹ kg
acción	unidad atómica de acción, (constante de Planck reducida)	\hbar	1.054 571 68(18) × 10 ⁻³⁴ Js
longitud	unidad atómica de longitud, bohr (radio de bohr)	a_0	0.529 177 210 8(18) × 10 ⁻¹⁰ m
energía	unidad atómica de energía, hartree (energía hartree)	E_h	4.359 744 17(75) × 10 ⁻¹⁸ J
tiempo	unidad atómica de tiempo	\hbar/E_h	2.418 884 326 505(16) × 10 ⁻¹⁷ s
<p>(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 (The Committee On Data for Science and Technology, por sus siglas en inglés). La incertidumbre típica referida a las dos últimas cifras se indica entre paréntesis.</p> <p>(b) El electronvolt es la energía cinética adquirida por un electrón tras atravesar una diferencia de potencial de 1 V en el vacío. El electronvolt se combina a menudo con los prefijos SI.</p> <p>(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 carbono 12 libre, en reposo y en su estado base. 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.</p> <p>(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).</p>			

A.3 Otras unidades no pertenecientes al SI y sus equivalencias con las unidades del SI.

Esta sección trata de unidades no pertenecientes al SI que se utilizan en circunstancias particulares para satisfacer necesidades comerciales, legales o científicas especiales. Es probable que estas unidades se sigan utilizando durante muchos años. Muchas de estas unidades son también importantes para la interpretación de textos científicos antiguos. Aunque es preferible emplear las unidades SI, quienes vean una ventaja particular en usar estas unidades no pertenecientes al SI, pueden hacerlo libremente si las consideran más adecuadas a sus propósitos. No obstante, como las unidades SI son la base internacional a partir de la cual se definen todas las demás unidades, quienes empleen las unidades de las Tablas A.2 y A.3 deben indicar siempre su definición en unidades SI.

La Tabla A.2 incluye las unidades de las magnitudes logarítmicas, el neper, el bel y el decibel. Estas son unidades adimensionales, de naturaleza algo diferente a otras unidades adimensionales y algunos científicos consideran que no se deberían llamar unidades. 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 bel y el decibel, 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, $\lg = \log_{10}$. La forma de interpretar estas unidades se indica en las notas (g) y (h) de la Tabla A.2. No suele ser necesario dar un valor numérico de estas unidades. Las unidades neper, bel y decibel fueron aceptadas para su uso con el SI por la comunidad internacional, pero no se consideran unidades SI.

Los prefijos SI se utilizan en la Tabla A.2 con el bar (por ejemplo, milibar, mbar) y con el bel, en particular el decibel, dB. En la tabla se menciona explícitamente el decibel, ya que el bel raramente se usa sin este prefijo.

Tabla A.2-Otras unidades no pertenecientes al SI.

Magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad	Valor en unidades del 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
magnitudes adimensionales logarítmicas	neper ^(g,i)	Np	[ver la nota (j) respecto al valor numérico del neper, del bel y del decibel]
	bel ^(h,i)	B	
	decibel ^(h,i)	dB	

- (a) Desde 1982 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) En ciertos países, el milímetro de mercurio es la unidad legal para la medida de la presión arterial de personas.
- (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 intervalo de 1 a 3 ångströms.
- (d) La milla náutica es una unidad empleada para expresar distancias en navegación marítima y aérea. No hay símbolo acordado a nivel internacional, pero se usan los símbolos M, NM, Nm y nmi; en la Tabla A.2 sólo se indica el símbolo M. Esta unidad se estableció originalmente, y aún continúa empleándose, 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 para expresar valores de secciones eficaces en física nuclear.
- (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 expresión $LA = n \text{ Np}$ (en donde n es un número) se interpreta como $\ln(A2/A1) = n$. Así cuando $LA = 1 \text{ Np}$, se entiende que $A2/A1 = e$. El símbolo A se usa aquí para denotar la amplitud de una señal senoidal y LA como el logaritmo neperiano del cociente de amplitudes o diferencia neperiana de niveles de amplitudes.
- (h) La expresión $LX = m \text{ dB} = (m/10) \text{ B}$ (en donde m es un número) se interpreta como $\log(X/X0) = m/10$. Así cuando $LX = 1 \text{ B}$, $X/X0 = 10$ y cuando $LX = 1 \text{ dB}$, se entiende que $X/X0 = 101/10$. Si X representa una señal cuadrática media o una magnitud como la potencia, LX se denomina nivel de potencia respecto a X0.
- (i) Cuando se usan estas unidades, es importante indicar la naturaleza de la magnitud en cuestión y el valor de referencia empleado. Estas unidades no son unidades SI, pero el CIPM acepta su uso con el SI.
- (j) No suele requerirse los valores numéricos del neper, del bel y del decibel (ni por tanto la relación del bel y del decibel al neper). Ellos dependen de la forma en que se definen las magnitudes logarítmicas.

La Tabla A.3 difiere de la Tabla A.2 en que las unidades mencionadas en la Tabla A.3 están referidas a las antiguas unidades del sistema CGS (centímetro, gramo, segundo) incluyendo las unidades eléctricas CGS. En el dominio de la mecánica, el sistema de unidades CGS se basaba en tres magnitudes y sus unidades de base correspondientes eran el centímetro, el gramo y el segundo. Las unidades eléctricas CGS se derivaban también de las tres unidades de base, por medio de ecuaciones definitorias diferentes de las empleadas en el SI. La diversidad de formas en que lo anterior podía hacerse dio origen al establecimiento de varios sistemas diferentes: el CGS-UES (electrostático), el CGS-UEM (electromagnético) y el sistema de unidades CGS-Gaussiano. Siempre se ha reconocido que el sistema CGS-Gaussiano, en particular, presenta ventajas en ciertos dominios de la física, como la electrodinámica clásica y relativista. La Tabla A.3 incluye las relaciones entre las unidades CGS y el SI, así como la lista de las unidades CGS que han recibido un nombre especial. Al igual que para las unidades de la Tabla A.2, los prefijos SI se usan habitualmente con varias de estas unidades, por ejemplo, milidina, miligauss, etc.

Tabla A.3-Unidades no pertenecientes al SI, asociadas a los sistemas de unidades CGS y CGS – Gaussiano.

Magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad	Valor en unidades SI
energía	erg	erg	1 erg = 10^{-7} J
fuerza	dina	dyn	1 dyn = 10^{-5} N
viscosidad dinámica	poise	P	1 P = 1 dyn s cm ⁻² = 0.1 Pa s
viscosidad cinética	stokes	St	1 St = 1 cm ² s ⁻¹ = 10^{-4} m ² s ⁻¹
luminancia luminosa	stilb	sb	1 sb = 1 cd cm ⁻² = 10^{-4} cd m ⁻²
radiación luminosa	phot	ph	1 ph = 1 cd sr cm ⁻² = 10^4 lx
aceleración	gal ^(a)	Gal	1 Gal = 1 cm s ⁻² = 10^{-2} m s ⁻²
flujo magnético	maxwell ^(b)	Mx	1 Mx = 1 G cm ² = 10^{-8} Wb
densidad de flujo magnético	gauss ^(b)	G	1 G = 1 Mx cm ⁻² = 10^{-4} T
intensidad de campo magnético	oersted ^(b)	Oe	1 Oe = $(10^3/4\pi)$ A m ⁻¹
<p>(a) El gal es una unidad empleada en geodesia y geofísica para expresar la aceleración de caída libre.</p> <p>(b) Estas unidades forman parte del sistema CGS tridimensional “electromagnético”, basado en ecuaciones de magnitudes no racionalizadas, por lo que deben compararse con cuidado con las unidades correspondientes del Sistema Internacional, que se basan en ecuaciones racionalizadas con cuatro dimensiones y cuatro magnitudes en electromagnetismo. El flujo magnético Φ y la inducción magnética B se definen mediante ecuaciones similares en el sistema CGS y en el SI, lo que permite relacionar las unidades correspondientes de la tabla. Sin embargo, el campo magnético H (no racionalizado) es igual a $4\pi \times H$ (racionalizado). El símbolo de equivalencia $\hat{=}$ se usa para indicar que cuando H (no racionalizado) = 1 Oe, H (racionalizado) = $(10^3 / 4\pi)$ A m⁻¹.</p>			

A.4 Otras unidades no pertenecientes al SI, cuyo uso no se recomienda

Hay muchas más unidades no pertenecientes al SI, demasiado numerosas para citarlas en la presente norma, que presentan un interés histórico o que son utilizadas todavía en campos especializados (por ejemplo, el barril de petróleo) o en ciertos países (como la pulgada, el pie o la yarda). No se encuentra razón alguna para continuar empleando estas unidades en los trabajos científicos y técnicos modernos. Sin embargo, es importante conocer la relación entre estas unidades y las unidades SI correspondientes, las cuales seguirán siendo necesarias durante muchos años.

NOTA 1: Para mayor información sobre las unidades no correspondientes al SI, así como sus factores de conversión, puede consultarse la publicación “NIST Special Publication 811 2008 Edition. Ambler Thompson and Barry N. Taylor. Guide for the Use of the International System of Units (SI).”

APÉNDICE B

(Informativo)

Magnitudes, símbolos y definiciones

Tabla B.1-Principales magnitudes y unidades de espacio y tiempo.

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
ángulo plano	$\alpha, \beta, \gamma, \vartheta, \varphi,$ etc.	El ángulo comprendido entre dos semirrectas que parten del mismo punto, se define como la relación de la longitud del arco intersectado por estas rectas sobre el círculo (con centro en aquel punto), a la del radio del círculo	radián (ver Tabla 4)	rad
ángulo sólido	Ω	El ángulo sólido de un cono se define como la relación del área cortada sobre una superficie esférica (con su centro en el vértice del cono) al cuadrado de la longitud del radio de la esfera	estereorradián (ver Tabla 4)	sr
Longitud ancho altura espesor radio diámetro longitud de trayectoria	l, (L) b h d, δ r d, D s		metro (ver Tabla 1)	m
área o superficie	A, (S)		metro cuadrado	m ²
volumen	V		metro cúbico	m ³
tiempo, intervalo de tiempo, duración	t		segundo (Ver Tabla 1)	s
velocidad angular	ω	$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$	radián por segundo	rad/s
aceleración angular	α	$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	radián por segundo al cuadrado	rad/s ²
velocidad	u, v, w, c	$v = \frac{ds}{dt}$	metro por segundo	m/s
aceleración	a	$a = \frac{dv}{dt}$	metro por segundo al cuadrado	m/s ²

aceleración de caída libre, aceleración debida a la gravedad	g	NOTA: la aceleración normal de caída libre es: $g_n = 9,806\ 65\ \text{m/s}^2$ (Conferencia General de Pesas y Medidas 1901)		
--	---	--	--	--

Tabla B.2-Magnitudes y unidades de fenómenos periódicos y conexos.

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
período, tiempo periódico	T	Tiempo de un ciclo	segundo	s
constante de tiempo de un magnitud que varía exponencialmente	τ	Tiempo después del cual la magnitud podría alcanzar su límite si se mantiene su velocidad inicial de variación	segundo	s
frecuencia	f, ν	$f = 1/T$	hertz	Hz
frecuencia de rotación(a)	n ^(a)	Número de revoluciones dividido por el tiempo	segundo recíproco	s ⁻¹
frecuencia angular frecuencia circular, pulsatancia	ω	$\omega = 2\pi f$	radián por segundo segundo recíproco	rad/s s ⁻¹

longitud de onda	λ	Distancia, en la dirección de propagación de una onda periódica, entre dos puntos en donde, en un instante dado, la diferencia de fase es 2π	metro	m
número de onda	σ	$\sigma = 1/\lambda$	metro recíproco	m ⁻¹
número de onda circular	k	$k = 2\pi\sigma$	metro recíproco	m ⁻¹
diferencia de nivel de amplitud, diferencia de nivel de campo	L_F	$L_F = \ln (F_1/ F_2)$ En donde F_1 y F_2 representan dos amplitudes de la misma clase	neper* decibel*	Np* dB*
diferencia de nivel de potencia	L_P	$L_P = 1/2 \ln (P_1/ P_2)$ En donde P_1 y P_2 representan dos potencias		
coeficiente de amortiguamiento	δ	Si una magnitud es una función del tiempo y está determinada por: $F(t) = Ae^{-\delta t} \cos[\omega (t-t_0)]$ Entonces δ es el coeficiente de amortiguamiento	Segundo recíproco	s ⁻¹
decremento logarítmico	Λ	Producto del coeficiente de amortiguamiento y el período	neper*	Np*
coeficiente de atenuación	α	Si una magnitud es una función de la distancia x y está dada por: $F(x) = Ae^{-\alpha x} \cos[\beta (x-x_0)]$	metro recíproco	m ⁻¹
coeficiente de fase	β	Entonces α es el coeficiente de atenuación y β es el coeficiente de fase		
coeficiente de propagación	γ	$\gamma = \alpha + j \beta$		

(a) Para la frecuencia de rotación, también se usan las unidades “revoluciones por minuto” (r/min) y “revoluciones por segundo” (r/s)

* Estas no son unidades del SI pero se mantienen para usarse con unidades del SI

1 Np es la diferencia de nivel de amplitud cuando $\ln(F1 / F2) = 1$

1 dB es la diferencia de nivel de amplitud cuando $20 \lg(F1 / F2) = 1$

Tabla B.3-Magnitudes y unidades de mecánica

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
masa	m		kilogramo (ver Tabla 1)	kg
densidad (masa volúmica)	ρ	Masa dividida por el volumen	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
densidad relativa	d	Relación de la densidad de una sustancia con respecto a la densidad de una sustancia de referencia bajo condiciones que deben ser especificadas para ambas sustancias	uno	1
volumen específico	v	Volumen dividido por la masa	metro cúbico por kilogramo	m ³ /kg
densidad lineal	ρ_l	Masa dividida por la longitud	kilogramo por metro	kg/m
densidad superficial	$\rho_A, (\rho_S)$	Masa dividida por el área	kilogramo por metro cuadrado	kg/m ²
cantidad de movimiento, momentum	p	Producto de la masa y la velocidad	kilogramo metro por segundo	kg·m/s
momento de momentum, momentum angular	L	El momento de momentum de una partícula con respecto a un punto es igual al producto vectorial del radio vector dirigido del punto hacia la partícula, y el momentum de la partícula	kilogramo metro cuadrado por segundo	kg·m ² /s
momento de inercia (momento dinámico de inercia)	I, J	El momento (dinámico) de inercia de un cuerpo con respecto a un eje, se define como la suma (la integral) de los productos de sus masas elementales, por los cuadrados de las distancias de dichas masas al eje	kilogramo metro cuadrado	kg·m ²
fuerza	F	La fuerza resultante aplicada sobre un cuerpo es igual a la razón de cambio del momentum del cuerpo	newton	N
peso	G, (P), (W)	El peso de un cuerpo en un determinado sistema de referencia se define como la fuerza que, aplicada al cuerpo, le proporciona una aceleración igual a la aceleración local de caída libre en ese sistema de referencia		
constante gravitacional	G, (f)	La fuerza gravitacional entre dos partículas es: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ en donde r es la distancia entre las partículas, m ₁ y m ₂ son sus masas y la constante gravitacional es: G= (6,672 59 ± 0,010) × 10 ⁻¹¹ N·m ² /kg ²	newton metro cuadrado por kilogramo cuadrado	N·m ² /kg ²

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
momento de una fuerza	M	El momento de una fuerza referido a un punto es igual al producto vectorial del radio vector, dirigido desde dicho punto a cualquier otro punto situado sobre la línea de acción de la fuerza, por la fuerza	newton metro	<i>N·m</i>
momento torsional, momento de un par	T	Suma de los momentos de dos fuerzas de igual magnitud y dirección opuesta que no actúan a lo largo de la misma línea		
presión	P	La fuerza dividida por el área	pascal	Pa
esfuerzo normal	σ			
esfuerzo al corte	τ			
módulo de elasticidad	E	$E = \sigma/\epsilon$	pascal	Pa
módulo de rigidez, módulo de corte	G	$G = \tau/\gamma$		
módulo de compresión	K	$K = -p/\Delta V$		
compresibilidad	κ	$\kappa = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}$	pascal recíproco	Pa ⁻¹
momento segundo axial de área	I_a , (I)	El momento segundo axial de área de una área plana, referido a un eje en el mismo plano, es la suma (integral) de los productos de sus elementos de área y los cuadrados de sus distancias medidas desde el eje	metro a la cuarta potencia	m ⁴
momento segundo polar de área	I_p	El momento segundo polar de área de una área plana con respecto a un punto localizado en el mismo plano, se define como la integral de los productos de sus elementos de área y los cuadrados de las distancias del punto a dichos elementos de área		
módulo de sección	Z, W	El módulo de sección de un área plana o sección con respecto a un eje situado en el mismo plano, se define como el momento segundo axial de área dividido por la distancia desde el eje hasta el punto más lejano de la superficie plana	metro cúbico	m ³
viscosidad dinámica	η , (μ)	$\tau_{xz} = \eta(dv_x/dz)$ en donde τ_{xz} es el esfuerzo cortante de un fluido en movimiento con un gradiente de velocidad dv_x/dz perpendicular plano de corte	pascal segundo	Pa·s
viscosidad cinemática	ν	$\nu = \eta/\rho$ en donde ρ es la densidad	metro cuadrado por segundo	m ² /s
tensión superficial	γ , σ	Se define como la fuerza perpendicular a un elemento de línea en una superficie, dividida por la longitud de dicho elemento de línea	newton por metro	N/m
trabajo	W, (A)	Fuerza multiplicada por el desplazamiento en la dirección de la fuerza	joule	J

energía	E			
energía potencial	E_p, V, Φ			
energía cinética	E_k, T			
potencia	P	Tasa de transferencia de energía	watt	W
gasto masa, flujo masa	q_m	Masa de materia la cual atraviesa una superficie determinada dividida por el tiempo	kilogramo por segundo	kg/s
gasto volumétrico, flujo volumétrico	q_v	Volumen de materia el cual atraviesa una superficie determinada por el tiempo	metro cúbico por segundo	m ³ /s

Tabla B.4-Magnitudes y unidades de calor.

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
temperatura termodinámica	T, θ	La temperatura termodinámica se define según los principios de la termodinámica	kelvin (ver Tabla 1)	K
temperatura Celsius	t, ϑ	$t = T - T_0$ En donde T_0 es fijada convencionalmente como $T_0 = 273,15$ K	grado Celsius	°C
coeficiente de dilatación lineal	α_l	$\alpha_l = \frac{1}{l} \frac{dl}{dT}$	kelvin recíproco	K ⁻¹
coeficiente de dilatación cúbica	α_v	$\alpha_v = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT}$		
coeficiente de presión relativa	α_p	$\alpha_p = \frac{1}{p} \frac{dp}{dT}$		
coeficiente de presión	β	$\beta = dp/dt$	pascal por kelvin	Pa/K
compresibilidad isotérmica	κ_T	$\kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$	pascal recíproco	Pa ⁻¹
compresibilidad isentrópica	κ_S	$\kappa_S = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_S$		
calor, cantidad de calor	Q		joule	J

flujo térmico	Φ	Flujo de calor a través de una superficie	watt	W
densidad de flujo térmico	q, φ	Flujo térmico dividido por el área considerada	watt por metro cuadrado	W/m ²
conductividad térmica	$\lambda, (\chi)$	Densidad de flujo térmico dividido por el gradiente de temperatura	watt por metro kelvin	W/(m·K)
coeficiente de transferencia de calor	h, k, K, α	Densidad de flujo térmico dividido por la diferencia de temperaturas	watt por metro cuadrado kelvin	W/(m ² ·K)
aislamiento térmico, coeficiente de aislamiento térmico	M	Diferencia de temperaturas dividida por la densidad de flujo térmico	metro cuadrado kelvin por watt	(m ² ·K)/W

resistencia térmica	R	Diferencia de temperatura dividida por el flujo térmico	kelvin por watt	K/W
difusividad térmica	a	$a = \frac{\lambda}{\rho C_p}$ <p>en donde: λ es la conductividad térmica; ρ es la densidad; C_p es la capacidad térmica específica a presión constante</p>	metro cuadrado por segundo	m ² /s

capacidad térmica	C	Cuando la temperatura de un sistema se incrementa una cantidad diferencial dT, como resultado de la adición de una pequeña cantidad de calor dQ, la magnitud dQ/dT es la capacidad térmica	joule por kelvin	J/K
entropía	S	Cuando una cantidad pequeña de calor dQ es recibida por un sistema cuya temperatura termodinámica es T, la entropía del sistema se incrementa en dQ/T, considerando que ningún cambio irreversible tiene lugar en el sistema		
capacidad térmica másica	C	Capacidad térmica dividida por la masa	joule por kilogramo kelvin	J/(kg·K)
entropía másica	s	Entropía dividida por la masa		
capacidad térmica másica a presión constante	C _p			
capacidad térmica másica a volumen constante	C _v			
capacidad térmica másica a saturación	C _{sat}			

energía	U, (E)	$H = U + pV$	joule	J
entalpía	H, (I)	$A = U - TS$		
energía libre Helmholtz, función Helmholtz	A, F	$G = U + pV - TS$		
energía libre Gibbs, función Gibbs	G	$G = H - TS$		
energía másica	u, (e)	Energía interna dividida por la masa	joule por kilogramo	J/kg

entalpía másica	h	Entalpía dividida por la masa		
energía libre másica Helmholtz, función másica Helmholtz	a, f	Energía libre Helmholtz dividida por la masa		
energía libre másica Gibbs, función másica Gibbs	g	Energía libre Gibbs dividida por la masa		
función Massieu	J	$J = -A/T$	joule por kelvin	J/K
función Planck	Y	$Y = -G/T$	joule por kelvin	J/K

Tabla B.5-Magnitudes y unidades de electricidad y magnetismo

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
corriente eléctrica	I		ampere (ver Tabla 1)	A
carga eléctrica, cantidad de electricidad	Q	Integral de la corriente eléctrica con respecto al tiempo	coulomb	C
densidad de carga densidad volumétrica de carga	$\rho, (\eta)$	Carga dividida por el volumen	coulomb por metro cúbico	C/m ³
densidad superficial de carga	σ	Carga dividida por el área superficial	coulomb por metro cuadrado	C/m ²
intensidad de campo eléctrico	E, (K)	Fuerza ejercida por un campo eléctrico sobre una carga eléctrica puntual, dividida por el valor de la carga	volt por metro	V/m
potencial eléctrico	V, ϕ	Para campos electrostáticos, una magnitud escalar, en la cual el gradiente tiene signo contrario y es igual al valor de la intensidad de campo eléctrico $E = -\text{grad } V$	volt	V
diferencia de potencial eléctrico, tensión eléctrica	U, (V)	La tensión entre dos puntos 1 y 2 es la integral de línea desde el punto 1 hasta el punto 2 de la intensidad de campo eléctrico $\phi_1 - \phi_2 = \int_1^2 E_s ds$		
fuerza electromotriz	E	La fuerza electromotriz de una fuente es la energía suministrada por la fuente dividida por la carga eléctrica que pasa a través de la fuente		
densidad de flujo eléctrico, desplazamiento eléctrico	D	La densidad de flujo eléctrico es una magnitud vectorial, cuya divergencia es igual a la densidad de la carga	coulomb por metro cuadrado	C/m ²
flujo eléctrico, (flujo de desplazamiento)	ψ	El flujo eléctrico a través de un elemento de superficie es el producto escalar del	coulomb	C

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
		elemento de superficie y la densidad de flujo eléctrico		
capacitancia	C	Carga dividida por la diferencia de potencial eléctrico	farad	F

permitividad	ϵ	Densidad de flujo eléctrico dividido por la intensidad de campo eléctrico	farad por metro	F/m
permitividad del vacío, constante eléctrica	ϵ_0	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 C_0^2}$ $\epsilon_0 = 8,854\ 187\ 817 \times 10^{-12} \text{ F/m}$		
permitividad relativa	ϵ_T	$\epsilon_T = \epsilon / \epsilon_0$	uno	1
susceptibilidad eléctrica	χ, χ^e	$\chi = \epsilon_T - 1$	uno	1
polarización eléctrica	P	$P = D - \epsilon_0 E$	coulomb por metro cuadrado	C/m ²
momento dipolo eléctrico	p, (pe)	El momento dipolo eléctrico es una magnitud vectorial, cuyo producto vectorial con la intensidad de campo eléctrico es igual al momento torsional	coulomb metro	C·m
densidad de corriente	J, (S)	Es una magnitud vectorial cuya integral evaluada para una superficie especificada, es igual a la corriente total que circula a través de dicha superficie	ampere por metro cuadrado	A/m ²
densidad lineal de corriente	A, (α)	Corriente dividida por el espesor de la placa conductora	ampere por metro	A/m
intensidad de campo magnético	H	La intensidad de campo magnético es una magnitud vectorial axial cuya rotacional es igual a la densidad de corriente, incluyendo a la corriente de desplazamiento	ampere por metro	A/m

diferencia de potencial magnético	U_m	La diferencia de potencial magnético entre el punto 1 y el punto 2 es igual a la integral de línea, desde el punto 1 hasta punto 2 de la intensidad de campo magnético a lo largo de su trayectoria.	ampere	A
fuerza magnetomotriz	F, F_m	$F = \oint H \cdot dr$		
corriente totalizada	Θ	Corriente eléctrica neta de conducción neta a través de un bucle cerrado		
densidad de flujo magnético, inducción magnética	B	La densidad de flujo magnético es una magnitud vectorial axial tal que la fuerza ejercida sobre un elemento de corriente, es igual al producto vectorial de este elemento y la densidad de flujo magnético	tesla	T

flujo magnético	Φ	El flujo magnético que atraviesa un elemento de superficie es igual al producto escalar del elemento de superficie y la densidad de flujo magnético	weber	Wb
potencial vectorial magnético	A	El potencial vectorial magnético es una magnitud vectorial, cuya rotacional es igual a la densidad de flujo magnético	weber por metro	Wb/m
autoinductancia	L	En una espiral conductora, es igual al flujo magnético de la espiral, causada por la corriente que circula a través de ella, dividido por esa corriente	henry	H
inductancia mutua	M, L12	En dos espirales conductoras es el flujo magnético a través de una espiral producido por la corriente circulante en la otra espiral dividido por el valor de esta corriente		

coeficiente de acoplamiento	k, (x)	$k = \frac{ L_{12} }{\sqrt{L_1 L_2}}$	uno	1
coeficiente de dispersión	σ	$\sigma = 1 - k^2$		
permeabilidad	μ	Densidad de flujo magnético, dividida por la intensidad de campo magnético	henry por metro	H/m
permeabilidad del vacío, constante magnética	μ_0	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ $\mu_0 = (12,566\ 370\ 614) \times 10^{-7} \text{ H/m}$		
permeabilidad relativa	μ_r	$\mu_r = \mu / \mu_0$	uno	1
susceptibilidad magnética	x, (χ_m)	$x = \mu_r - 1$	uno	1
momento electromagnético (momento magnético)	m	El momento electromagnético es una magnitud vectorial, cuyo producto vectorial con la densidad del flujo magnético es igual al momento torsional	ampere metro cuadrado	$\text{A}\cdot\text{m}^2$
magnetización	M, (H_i)	$M = (B/\mu_0) - H$	ampere por metro	A/m
polarización magnética	J, (B_i)	$J = B - \mu_0 H$	tesla	T
densidad de energía electromagnética	w	Energía del campo electromagnético dividida por el volumen	joule por metro cúbico	J/m^3
vector de Poynting	S	El vector de Poynting es igual al producto vectorial de la intensidad de campo eléctrico y la intensidad de campo magnético	watt por metro cuadrado	W/m^2

velocidad de propagación de ondas electromagnéticas en el vacío	c_0	$c_0 = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ $c_0 = 299\ 792\ 458 \text{ m/s}$	metro por segundo	m/s
---	-------	--	-------------------	-----

resistencia (a la corriente continua)	R	La diferencia de potencial eléctrico dividida por la corriente, cuando no existe fuerza electromotriz en el conductor	ohm	Ω
conductancia (a la corriente continua)	G	$G = 1/R$	siemens	S
potencia (a la corriente continua)	P	$P = UI$	watt	W
resistividad	ρ	Intensidad de campo eléctrico dividido por la densidad de corriente cuando no existe fuerza electromotriz dentro del conductor	ohm metro	$\Omega \text{ m}$
conductividad	γ, σ	$\gamma = 1/\rho$ el símbolo κ se utiliza en electroquímica	siemens por metro	S/m
reluctancia	R, R_m	Diferencia de potencial magnético dividido por el flujo magnético	henry a la menos uno	H^{-1}

permeancia	$\Lambda, (P)$	$\Lambda = 1/R_m$	henry	H
diferencia de fase desplazamiento de fase	φ	Cuando $u = u_m \cos \omega t$ e $i = i_m \cos (\omega t - \varphi)$ φ es el desplazamiento de fase	Radián uno	rad 1
impedancia, (impedancia compleja)	Z	La representación compleja de la diferencia de potencial, dividida por la representación compleja de la corriente	ohm	Ω
módulo de impedancia (impedancia)	Z	$ Z = \sqrt{R^2 + X^2}$		
reactancia	X	Parte imaginaria de la impedancia $X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$	ohm	Ω
resistencia	R	La diferencia de potencial eléctrico dividido por la corriente, cuando no haya fuerza electromotriz en el conductor (ver resistencia a la corriente continua)		
resistencia (en corriente alterna)	R	Parte real de la impedancia		
factor de calidad	Q	Para un sistema no radiante si $Z = R + jX$ entonces: $Q = X / R$	uno	1

admitancia (admitancia compleja)	Y	$Y = 1/Z$	siemens	S
módulo de admitancia (admitancia)	Y	$ Y = \sqrt{G^2 + B^2}$		
susceptancia	B	Parte imaginaria de la admitancia		
conductancia	G	Parte real de la admitancia (ver conductancia a la corriente continua)		
potencia activa o potencia	P	Producto de la corriente y la diferencia de potencial	watt	W

instantánea		$P = \frac{1}{T} \int_0^T u i dt$ <p>Cuando: $u = u_m \cos(\omega t) = \sqrt{2} U \cos(\omega t - e)$ $i = i_m \cos(\omega t - \varphi) = \sqrt{2} i \cos(\omega t - \varphi)$ Se tiene que: $i u$, es la potencia instantánea (símbolo p) $I U \cos \varphi$, es la potencia activa (símbolo P)</p>		
potencia aparente	S (P_s)	IU es la potencia aparente	voltampere	VA
potencia reactiva	Q (P_Q)	IU sen φ es la potencia reactiva	var	var
factor de potencia	λ	El nombre "factor de potencia" (símbolo λ) se usa para la relación P/S	uno	1

Tabla B.6-Magnitudes y unidades de luz y radiaciones electromagnéticas

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
frecuencia	f, ν	Número de ciclos dividido por el tiempo	hertz	Hz
frecuencia circular	ω	$\omega = 2\pi f$	segundo recíproco	s ⁻¹
longitud de onda	λ	La distancia en la dirección de propagación de una onda periódica entre dos puntos sucesivos cuya fase es la misma	metro	m
número de onda	σ	$\sigma = 1/\lambda$	metro recíproco	m ⁻¹
número de onda circular	k	$k = 2\pi\sigma$		
velocidad de propagación de ondas electromagnéticas en el vacío	c, c_0	$c = 299\,792\,458$ m/s	metro por segundo	m/s
energía radiante	Q, W (U, Q_e)	Energía emitida, transferida o recibida como radiación	joule	J
densidad de energía radiante	w, (u)	Energía radiante en un elemento de volumen, dividido por ese elemento	joule por metro cúbico	J/m ³
concentración espectral de densidad de energía radiante (en términos de longitud de onda)	w_λ	La densidad de energía radiante en un intervalo infinitesimal de longitud de onda, dividido por el alcance de ese intervalo	joule por metro a la cuarta potencia	J/m ⁴

potencia radiante, flujo de energía radiante	P, Φ , (Φ_e)	Potencia emitida, transferida o recibida como radiación	watt	W
densidad de flujo radiante, razón de flujo de energía radiante	φ , ψ	En un punto en el espacio, el flujo de energía radiante incidente sobre una esfera pequeña, dividida por el área de la sección transversal de esa esfera	watt por metro cuadrado	W/m ²
intensidad radiante	I, (I_e)	Para una fuente en una dirección determinada, la potencia radiante que fluye hacia el exterior de la fuente o un elemento de la fuente, en un elemento de ángulo sólido que contenga a la dirección dada, dividida por dicho elemento de ángulo sólido	watt por esterradián	W/sr

radiancia	$L, (L_e)$	En un punto de una superficie y en una dirección determinada, la intensidad radiante de un elemento de esa superficie, dividida por el área de la proyección ortogonal de dicho elemento sobre un plano perpendicular a la dirección dada	watt por esterradián metro cuadrado	$W/(sr \cdot m^2)$
excitancia radiante	$M, (M_e)$	En un punto de una superficie, el flujo de energía radiante que fluye hacia el exterior de un elemento de esa superficie, dividido por el área de dicho elemento	watt por metro cuadrado	W/m^2
irradiancia	$E, (E_e)$	En un punto de una superficie, el flujo de energía radiante que incide sobre un elemento de esa superficie, dividida por el área de dicho elemento	watt por metro cuadrado	W/m^2
constante de Stefan Boltzmann	σ	La constante σ en la expresión para la excitancia radiante de un radiador total (cuerpo negro), a la temperatura termodinámica T. $M = \sigma \cdot T^4$	watt por metro cuadrado kelvin a la cuarta potencia	$W/(m^2 \cdot k^4)$

primera constante de radiación	c_1	Las constantes c_1 y c_2 en la expresión para la concentración espectral de la excitancia radiante de un radiador total a la temperatura termodinámica T: $M_l = cf(\lambda T) = c_1 \frac{\lambda^{-5}}{e^{\left[\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) - 1\right]}}$ $c_1 = 2\pi h c^2$ $c_2 = hc / k$	watt metro cuadrado	$W \cdot m^2$
segunda constante de radiación	c_2		metro kelvin	m·K
emisividad	ϵ	Relación de la excitancia radiante de un radiador térmico a la de un radiador total (cuerpo negro) a la misma temperatura	uno	1
emisividad espectral, emisividad a una longitud de onda específica	$\epsilon(\lambda)$	Relación de la concentración espectral de la excitancia radiante de un radiador térmico a la de un radiador total (cuerpo negro) a la misma temperatura		
emisividad espectral direccional	$\epsilon(\lambda, \vartheta, \varphi)$	Relación de la concentración espectral de radiancia en una dirección dada ϑ, φ , de un radiador térmico a la de un radiador total (cuerpo negro) a la misma temperatura		
intensidad luminosa	$I, (I_v)$		candela (ver Tabla 1)	cd
flujo luminoso	$\phi, (\phi_v)$	El flujo luminoso $d\phi$ de una fuente de intensidad luminosa I dentro de un elemento de ángulo sólido $d\Omega$ es: $d\phi = I d\Omega$	lumen	lm
cantidad de luz	$Q, (Q_v)$	Integral en función del tiempo del flujo luminoso	lumen segundo	lm·s
luminancia	$L, (L_v)$	La luminancia un punto de una superficie y en una dirección dada, se define como la intensidad luminosa de un elemento de esa superficie, dividida por el área de la proyección ortogonal de este elemento sobre un plano perpendicular a la dirección considerada	candela por metro cuadrado	cd/m
excitancia luminosa	$M, (M_v)$	La excitancia luminosa en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que fluye hacia el exterior de un elemento de la superficie, dividido por el área de ese elemento	lumen por metro cuadrado	lm/m ²

luminosidad (iluminancia)	$E, (E_v)$	La luminosidad en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que incide sobre un elemento de la superficie dividido por el área de ese elemento	lux	lx
---------------------------	------------	---	-----	----

exposición de luz	H	$H = \int Edt$	lux segundo	lx·s
eficacia luminosa	K	$K = \frac{\phi_v}{\phi_e}$	lumen por watt	lm/W
eficacia espectral luminosa, eficacia luminosa a una longitud de onda específica	$K(\lambda)$	$K(\lambda) = \frac{\phi_{v\lambda}}{\phi_{e\lambda}}$		
eficacia luminosa espectral máxima	K_m	El valor máximo de $K(\lambda)$		
eficiencia luminosa	V	$V = \frac{K}{K_m}$	uno	1
eficiencia luminosa espectral, eficiencia luminosa a una longitud de onda especificada	$V(\lambda)$	$V(\lambda) = \frac{K(\lambda)}{K_m}$		
valores triestímulos espectrales CIE	$\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$	Valores triestímulos de las componentes espectrales de un estímulo equienergético en el sistema tricromático (XYZ). Estas funciones son aplicables a campos observación entre 1° y 4°. En este sistema: def $\bar{y}(\lambda) = V(\lambda)$	uno	1

coordenadas de cromaticidad	x, y, z	Para luz cuya concentración espectral de flujo radiante sea $X = \frac{\int \varphi(\lambda)\bar{x}(\lambda)d\lambda}{\int \varphi(\lambda)\bar{x}(\lambda)d\lambda + \int \varphi(\lambda)\bar{y}(\lambda)d\lambda + \int \varphi(\lambda)\bar{z}(\lambda)d\lambda}$ Análogamente se definen expresiones para y y z. Para fuentes de luz $\varphi(\lambda) = \phi_{e\lambda}(\lambda) / \phi_{e\lambda}(\lambda_0)$ (flujo radiante espectral relativo) Para colores de objetos se calcula por uno de los tres productos $\varphi(\lambda) = \frac{\phi_{e\lambda}(\lambda)}{\phi_{e\lambda}(\lambda_0)} * \begin{Bmatrix} \rho(\lambda) \\ \tau(\lambda) \\ \beta(\lambda) \end{Bmatrix}$	uno	1
absorbancia espectral	$\alpha(\lambda)$	Relación de las concentraciones espectrales de los flujos radiantes absorbido e incidente	uno	1
reflectancia espectral	$\rho(\lambda)$	Relación de las concentraciones espectrales de los flujos radiantes reflejado e incidente		
transmitancia espectral	$\tau(\lambda)$	Relación de las concentraciones espectrales de los flujos radiantes transmitido e incidente	uno	1
coeficiente de radiancia	$\beta(\lambda)$	El factor de radiancia espectral en un punto de una superficie y en una dirección dada, es el cociente		

espectral		entre las concentraciones espectrales de radiancia de un cuerpo no radiante por sí mismo y de un difusor perfecto, igualmente irradiados		
coeficiente de atenuación lineal, coeficiente de extinción lineal	μ	La disminución relativa en la concentración espectral del flujo luminoso o radiante de un haz colimado de radiación electromagnética al cruzar un medio laminar de espesor infinitesimal, dividida por la longitud atravesada	metro recíproco	m^{-1}
coeficiente de absorción lineal	a	La parte del coeficiente de atenuación debida a la absorción		
coeficiente de absorción molar	x	$x = a / c$ en donde c es la concentración de cantidad de sustancia	metro cuadrado por mol	m^2/mol
índice de refracción	n	El índice de refracción de un medio no absorbente para una radiación electromagnética de frecuencia dada, es la relación entre la velocidad de las ondas (o de la radiación) en el vacío a la velocidad de fase en el medio	uno	1

Tabla B.7-Magnitudes y unidades de acústica.

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
período, tiempo periódico	T	Tiempo de un ciclo	segundo	s
frecuencia	f, ν	$f = 1 / T$	hertz	Hz
intervalo de frecuencia		El intervalo de frecuencia entre dos tonos es el logaritmo de la relación entre la frecuencia más alta y la frecuencia más baja	octava*	
frecuencia angular frecuencia circular, pulsantancia	ω	$\omega = 2\pi f$	segundo recíproco	s^{-1}
longitud de onda	λ		metro	m
número de onda circular	k	$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 2\pi\sigma$ en donde $\sigma = 1/\lambda$	metro recíproco	m^{-1}
densidad	ρ	Masa dividida por el volumen	kilogramo por metro cúbico	kg/m^3

presión estática	P_s	Presión que existiría en ausencia de ondas sonoras	pascal	Pa
presión acústica	$p, (p_a)$	La diferencia entre la presión total instantánea y la presión estática		
desplazamiento de una partícula de sonido	$\xi, (x)$	Desplazamiento instantáneo de una partícula del medio, referido a la posición que ocuparía en ausencia de ondas sonoras	metro	m
velocidad de una partícula de sonido	u, v	$u = \partial \xi / \partial t$	metro por segundo	m/s
aceleración de una partícula de sonido	a	$a = \partial u / \partial t$	metro por segundo al cuadrado	m/s^2

gasto volumétrico, velocidad del volumen	q, U	Razón instantánea de flujo de volumen debido a la onda sonora	metro cúbico por segundo	m ³ /s
velocidad del sonido	c, (c _a)	Velocidad de una onda sonora	metro por segundo	m/s
densidad de energía del sonido	w, (w _a), (e)	La energía de sonido promedio en un volumen dado, dividida por dicho volumen	joule por metro cúbico	J/m ³
flujo de energía del sonido, potencia del sonido	P, (Pa)	Energía del sonido transferida en un cierto intervalo de tiempo, dividida por la duración de ese intervalo	watt	W
intensidad del sonido	I, J	Para flujo unidireccional de energía de sonido, el flujo de energía de sonido a través de una superficie normal a la dirección de propagación, dividido por el área de esa superficie	watt por metro cuadrado	W/m ²

impedancia característica de un medio	Z _c	Para un punto en un medio y una onda progresiva plana, la representación compleja de la presión de sonido dividida por la representación compleja de la velocidad de partícula	pascal segundo por metro	Pa·s/m
impedancia acústica específica	Z _s	En una superficie, la representación compleja de la presión de sonido dividida por la representación compleja de la velocidad de partícula		
impedancia acústica	Z _a	En una superficie, la representación compleja de la presión de sonido dividida por la representación compleja de la razón de flujo de volumen	pascal segundo por metro cúbico	Pa·s/m ³
impedancia mecánica	Z _m	La representación compleja de la fuerza total aplicada a una superficie (o a un punto) de un sistema mecánico, dividida por la representación compleja de la velocidad promedio de la partícula en esa superficie (o de la velocidad de la partícula en ese punto) en la dirección de la fuerza	newton segundo por metro	N·s/m
nivel de presión acústica	L _p	$L_p = \ln(p/p_0) = \ln 10 \cdot \lg(p/p_0)$ en donde p es el valor cuadrático medio de la presión acústica y el valor de referencia p ₀ es igual a 20 μPa	decibel	dB
nivel de potencia acústica	L _w	$L_w = \frac{1}{2} \ln(P/P_0) = \frac{1}{2} \ln 10 \cdot \lg(P/P_0)$ en donde P es el valor cuadrático de la potencia acústica y la potencia de referencia es igual a 1 pW	decibel	dB
coeficiente de amortiguamiento	δ	Si una magnitud es una función del tiempo t, dada por: $F(t) = Ae^{-\delta t} \cdot \cos[\omega(t - t_0)]$ entonces δ es el coeficiente de amortiguamiento	segundo recíproco	s ⁻¹

constante de tiempo, tiempo de relajación	τ	$\tau = 1 / \delta$ en donde δ es el coeficiente de amortiguamiento	segundo	s
---	--------	---	---------	---

decrecimiento logarítmico	Λ	Producto del coeficiente de amortiguamiento por el período	néper	Np
coeficiente de atenuación	α	Si una magnitud es una función de la distancia x y está dada por: $F(x) = Ae^{-\alpha x} \cos[\beta(x - x_0)]$ entonces α es el coeficiente de atenuación y β es el coeficiente de fase	metro recíproco	m ⁻¹
coeficiente de fase	β		metro recíproco	m ⁻¹
coeficiente de propagación	γ	$\gamma = \alpha + j\beta$		
coeficiente de disipación	$\delta, (\psi)$	Relación entre el flujo de energía acústica disipado y el flujo de energía acústica incidente	uno	1
coeficiente de reflexión	r, ρ	Relación entre el flujo de energía acústica reflejado y el flujo de energía acústica incidente		
coeficiente de transmisión	τ	Relación entre el flujo de energía acústica transmitido y el flujo de energía acústica incidente		
coeficiente de absorción acústica	$\alpha, (\alpha_a)$	$\alpha = \delta + \tau$		
índice de reducción acústica, pérdida de transmisión acústica	R	$R = \frac{1}{2} \ln(1/\tau) = \frac{1}{2} \ln 10 \cdot \lg(1/\tau)$ en donde τ es el coeficiente de transmisión	decibel	dB

área de absorción equivalente de una superficie u objeto	A	Es el área de una superficie que tiene un coeficiente de absorción igual a 1, y que absorbe la misma potencia en el mismo campo sonoro difuso, considerando los efectos de la difracción como despreciables	metro cuadrado	m ²
tiempo de reverberación	T	El tiempo que se requiere para que la densidad de energía de sonido promedio dentro de un recinto cerrado disminuya hasta 10 ⁻⁶ veces su valor inicial (o sea 60 dB), después de que la fuente ha dejado de producir ondas sonoras	segundo	s
nivel de sonoridad	L _N	El nivel de sonoridad, en un punto de un campo sonoro, viene definido por: $L_N = \ln \left(\frac{P_{ef}}{P_0} \right)_{1kHz} = \ln 10 + \log \left(\frac{P_{ef}}{P_0} \right)$ en donde P _{eff} es la presión acústica eficaz (valor cuadrático medio) de un tono puro normalizado de 1 kHz, que un observador normal en	fon*	

		condiciones de escucha normalizada juzga igualmente sonoro que el campo considerado, siendo $P_0 = 20 \mu\text{Pa}$		
sonoridad	N	La sonoridad es la estimación auditiva de un observador normal de la relación entre la intensidad del sonido considerado y el de un sonido de referencia que tiene un nivel de sonoridad de 40 fons	son*	

* Estas unidades no son del SI pero se acepta temporalmente su uso con el SI.

Tabla B.8-Magnitudes y unidades de físico-química y físico-molecular.

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
cantidad de sustancia	$n, (\nu)$		mol (ver Tabla 1)	mol
constante de Avogadro	L, N_A	Número de moléculas dividido por la cantidad de sustancia $N_A = N/n = (6,022\ 141\ 99 \pm 0,000\ 000\ 47) 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	mol recíproco	mol^{-1}
masa molar	M	Masa dividida por la cantidad de sustancia	kilogramo por mol	kg/mol
volumen molar	V_m	Volumen dividido por la cantidad de sustancia	metro cúbico por mol	m^3/mol
energía interna molar	U_m	Energía interna dividida por la cantidad de sustancia	joule por mol	J/mol
capacidad térmica molar	C_m	Capacidad térmica dividida por la cantidad de sustancia	joule por mol kelvin	J/(mol·K)
entropía molar	S_m	Entropía dividida por la cantidad de sustancia	joule por mol kelvin	J/(mol·K)
densidad numérica de moléculas	n	El número de moléculas o partículas dividido por el volumen	metro cúbico recíproco	m^{-3}
concentración molecular de la sustancia B	C_B	El número de moléculas de la sustancia B dividido por el volumen de la mezcla		
densidad	ρ	Masa dividida por el volumen	kilogramo por metro cúbico	kg/m^3
concentración en masa de la sustancia B	ρ_B	Masa de la sustancia B dividida por el volumen de la mezcla		
concentración de la sustancia B, concentración de la cantidad de la sustancia del componente B	c_B	Cantidad de sustancia de componente B dividida por el volumen de la mezcla	mol por metro cúbico	mol/m^3
molalidad de la sustancia soluto B	b_B, m_B	La cantidad de sustancia de soluto de la sustancia B en una solución dividida por la masa del solvente	mol por kilogramo	mol/kg
potencial químico de la sustancia B	μ_B	Para una mezcla con sustancias componentes B, C, . . . , $\mu_B = (\partial G / \partial n_B)_{T, p, n_C, \dots}$, en donde n_B es la cantidad de la sustancia B; y G es	joule por mol	J/mol

		la función Gibbs		
presión parcial de la sustancia B (en una mezcla gaseosa)	p_B	Para una mezcla gaseosa, $p_B = x_B \cdot p$ en donde p es la presión	pascal	Pa
fugacidad de la sustancia B (en una mezcla gaseosa)	P_B, f_B	Para una mezcla gaseosa, f_B es proporcional a la actividad absoluta B. El factor de proporcionalidad, que es función únicamente de la temperatura queda determinado por la condición de que a temperatura y composición constantes p_B/p_B tiende a 1 para un gas infinitamente diluido	pascal	Pa

presión osmótica	Π	El exceso de presión que se requiere para mantener el equilibrio osmótico entre una solución y el disolvente puro, separados por una membrana permeable sólo para el disolvente	pascal	Pa
afinidad (de una reacción química)	A	$A = -\sum v_B \cdot \mu_B$	joule por mol	J/mol
masa de una molécula	m		kilogramo	kg
momento dipolo eléctrico de una molécula	ρ, μ	El momento de dipolo eléctrico de una molécula es una magnitud vectorial cuyo producto vectorial con la intensidad de campo eléctrico es igual al par	coulomb metro	C·m
polarizabilidad eléctrico de una molécula	α	Momento de dipolo eléctrico inducido dividido por la intensidad de campo eléctrico	coulomb metro cuadrado por volt	C·m ² /V
constante molar de los gases	R	La constante universal de proporcionalidad en la ley de un gas ideal $pV_m = RT$ $R = (8,314\ 472 \pm 0,000\ 015) \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$	joule por mol kelvin	J/mol·K
constante de Boltzmann	k	$k = R / N_A$ $k = (1,380\ 650\ 3 \pm 0,000\ 002\ 4) \times 10^{-23} \text{ J/K}$	joule por kelvin	J/K

trayectoria libre media	l, λ	Para una molécula, la distancia promedio entre dos colisiones sucesivas	metro	m
coeficiente de difusión	D	$C_B (v_B) = -D \text{ grad } C_B$ en donde C_B es la concentración molecular local del constituyente B en la mezcla y (v_B) es la velocidad media local de las moléculas de B	metro cuadrado por segundo	m ² /s
coeficiente de difusión térmica	D_T	$D_T = k_T \cdot D$	metro cuadrado por segundo	m ² /s
número atómico	Z	Número de protones contenidos en el núcleo de un elemento químico		
carga elemental	e	La carga eléctrica de un protón La carga eléctrica de un electrón es igual a "-e" $e = (1,602\ 176\ 462 \pm 0,000\ 000\ 063) \times 10^{-19} \text{ C}$	coulomb	C
número de carga de un ion, electrovalencia	z	Coficiente entre la carga de un ion y la carga elemental	uno	1
constante de Faraday	F	$F = N_A e$ $F = (96\ 485,341\ 5 \pm 0,003\ 9) \text{ C/mol}$	coulomb por mol	C/mol

fuerza iónica	I	La fuerza iónica de una solución se define como $I = (1/2) \sum z_i^2 m_i$ en donde la sumatoria incluye a todos los iones con molaridad m_i	mol por kilogramo	mol/kg
conductividad electrolítica	κ, σ	La densidad de corriente electrolítica dividida por la intensidad de campo eléctrico	siemens por metro	S/m
conductividad molar	Λ_m	Conductividad dividida por la concentración	siemens metro cuadrado por mol	S·m ² /mol

Tabla B.9-Magnitudes y unidades de física atómica y física nuclear.

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
número atómico, número protónico	Z	Número de protones contenidos en el núcleo de un elemento químico	uno	1
número neutrónico	N	Número de neutrones contenidos en el núcleo de un núclido	uno	1
número nucleónico número másico	A	Número de nucleones contenidos en el núcleo de un núclido	uno	1
masa del átomo, masa nuclidica	$m_a, m(X)$	Masa en reposo de un átomo en estado fundamental Para el ¹ H $m(^1\text{H}) = (1,673\,534\,0 \pm 0,000\,001\,0) \times 10^{-27}$ kg $= (1,007\,825\,048 \pm 0,000\,000\,012) u^*$	kilogramo unidad de masa atómica (unificada)	kg u*
número atómico, número protónico	Z	Número de protones contenidos en el núcleo de un elemento químico	uno	1
número neutrónico	N	Número de neutrones contenidos en el núcleo de un núclido	uno	1
número nucleónico número másico	A	Número de nucleones contenidos en el núcleo de un núclido	uno	1
masa del átomo, masa nuclidica	$m_a, m(X)$	Masa en reposo de un átomo en estado fundamental Para el ¹ H $m(^1\text{H}) = (1,673\,534\,0 \pm 0,000\,001\,0) \times 10^{-27}$ kg $= (1,007\,825\,048 \pm 0,000\,000\,012) u^*$	kilogramo unidad de masa atómica (unificada)	kg u*
constante de masa atómica (unificada)	m_u	1/12 de la masa en reposo de un átomo neutro del núclido ¹² C en el estado fundamental $m_u = (1,660\,540\,2 \pm 0,000\,001\,0) \times 10^{-27}$ kg = 1 u* $m_a / m_u =$ se llama masa nuclidica relativa		
masa (en reposo) del electrón	m_e	$m_e = (9,109\,381\,88 \pm 0,000\,000\,72) \times 10^{-31}$ kg	kilogramo	kg
masa (en reposo) del protón	m_p	$m_p = (1,672\,621\,58 \pm 0,000\,000\,13) \times 10^{-27}$ kg		
masa (en reposo) del neutrón	m_n	$m_n = (1,674\,927\,16 \pm 0,000\,000\,13) \times 10^{-27}$ kg		
carga elemental	e	La carga eléctrica de un protón es: $e = (1,602\,176\,462 \pm 0,000\,000\,49) \times 10^{-19}$ C	coulomb	C
constante de Plank	h	Cuanto elemental de acción $h = (6,626\,068\,76 \pm 0,000\,000\,52) \times 10^{-34}$ J·s $h = h/2\pi$ $a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0 h^2}{m_e e^2}$	joule segundo	J·s

radio de Bohr	a_0	$a_0 = (0,529\ 177\ 2083 \pm 0,000\ 000\ 001924) \times 10^{-10}$ m	metro	m
constante de Rydberg	R_∞	$R_\infty = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_0 h c}$ $= (10\ 973\ 731,568\ 549 \pm 0,000\ 083) \text{ m}^{-1}$	metro recíproco	m^{-1}
energía de Hartree	E_h	$E_h = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0} = 2R_\infty * h c$ $= (4,359\ 743\ 81 \pm 0,000\ 000\ 34) \times 10^{-18} \text{ J}$	joule	J

momento magnético de una partícula o núcleo	μ	Valor medio del componente electromagnético en la dirección del campo magnético en el estado cuántico correspondiente al número cuántico magnético máximo	ampere metro cuadrado	$\text{A}\cdot\text{m}^2$
magnetón de Bohr	μ_B	$\mu_B = e h / 2m_e$ $= (9,274\ 015\ 4 \pm 0,000\ 003\ 1) \times 10^{-24} \text{ A}\cdot\text{m}^2$		
magnetón nuclear	μ_N	$\mu_N = e h / 2m_p = (m_e / m_p) \mu_B$ $= (5,050\ 786\ 6 \pm 0,000\ 0001\ 7) \times 10^{-27} \text{ A}\cdot\text{m}^2$		
coeficiente giromagnético (razón giromagnética)	γ	$\gamma = \frac{\mu}{Jh}$ en donde J es el número cuántico del momento angular	ampere metro cuadrado por joule segundo	$\text{A}\cdot\text{m}^2/(\text{J}\cdot\text{s})$
factor g del átomo o del electrón	g	$\gamma = -g \frac{\mu_B}{h} = -g \frac{e}{2 m_e}$	uno	1
factor g del núcleo o de la partícula nuclear	g	$\gamma = g \frac{\mu_N}{h} = g \frac{e}{2 m_p}$		
frecuencia angular de Larmor (frecuencia circular de Larmor)	ω_L	$\omega_L = \frac{e}{2m_e} B$ en donde B es la densidad de flujo magnético	radián por segundo	rad/s
frecuencia angular de precesión nuclear	ω_N	$\omega_N = \gamma B$	segundo recíproco	s^{-1}

frecuencia angular ciclotrónica (frecuencia circular ciclotrónica)	ω_c	$\omega_c = \frac{q}{m} B$ en donde: q/m es la razón de carga a la masa de la partícula B es la densidad de flujo magnético	segundo recíproco	s^{-1}
momento cuadrupolar nuclear	Q	Valor esperado de la magnitud $(1/e) \int (3z^2 - r^2) \cdot \rho(x, y, z) dV$ en el estado cuántico con el espín nuclear en la dirección (z) del campo; $\rho(x, y, z)$ es la densidad de carga nuclear y "e" es la carga elemental	metro cuadrado	m^2
radio nuclear	R	El radio promedio del volumen en el que la materia nuclear es incluida	metro	m
número cuántico de momento angular orbital, número cuántico secundario, número cuántico acimutal	l, L		uno	1

número cuántico de espín	s_i, S		uno	1
número cuántico de espín total	j_i, J		uno	
número cuántico de espín nuclear	I		uno	1
número cuántico de estructura hiperfina	F		uno	1
número cuántico principal	n		uno	1
número cuántico magnético	m_i, M		uno	1

radio del electrón	r_e	$r_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e c^2}$ $= 2,817\ 940\ 92 \pm 0,000\ 000\ 38\ 1 \times 10^{-15}\ \text{m}$	metro	m
longitud de onda de Comptón	λ_c	$\lambda_c = 2\pi h / mc = h/mc$ en donde m es la masa en reposo de la partícula	metro	m
exceso de masa	Δ	$\Delta = m_a - Am_u$	kilogramo	kg
defecto de masa	B	$B = Zm(^1\text{H}) + Nm_n - m_a$		
exceso relativo de masa	Δ_r	$\Delta_r = \Delta/m_u$	uno	1
defecto relativo de masa	B_r	$B_r = B/m_u$		
fracción de empaquetamiento	f	$f = \Delta_r/A$	uno	1
fracción de enlace, energía de enlace por nucleón	b	$b = B_r/A$		
vida promedio	τ	Para decaimiento exponencial, el tiempo promedio requerido para reducir el número N de átomos o núcleos de un estado específico hasta N/e	segundo	s

ancho de nivel	Γ	$\Gamma = \frac{h}{\tau}$	joule	J
actividad (radiactividad)	A	El número promedio de transiciones nucleares espontáneas ocurridas en una cierta cantidad de un radionúclido dentro de un corto intervalo de tiempo, dividido por el valor de ese intervalo	becquerel	Bq
actividad específica en una muestra	a	La actividad de un núclido radioactivo presente en una muestra, dividida por la masa total de la muestra	becquerel por kilogramo	Bq/kg
constante de desintegración, constante de decaimiento	λ	La constante de decaimiento es la probabilidad de decaimiento en un pequeño intervalo de tiempo dividido por este intervalo. $dN/dt = -\lambda N$ en donde: N es el número de átomos radiactivos en el tiempo t $\lambda = 1/\tau$	segundo recíproco	s^{-1}
vida media	$T_{1/2}$	Para decaimiento exponencial, el tiempo promedio requerido para la desintegración de la mitad de los átomos de una muestra de un núclido radioactivo	segundo	s
energía de desintegración alfa	Q_α	La suma de la energía cinética de la partícula α producida en el proceso de desintegración y la	joule	J

		energía residual del átomo producido en el marco de referencia en que el núcleo emisor está en reposo antes de su desintegración		
energía máxima de partícula beta	E_0	La energía máxima del espectro de energía en un proceso de desintegración beta	joule	J
energía de desintegración beta	Q_0	La suma de la energía máxima de partícula beta E_0 y la energía residual del átomo producido en el marco de referencia en que el núcleo emisor se encuentra en reposo antes de su desintegración	joule	J

* Esta unidad no es del SI pero se permite su uso temporalmente.

Tabla B.10-Magnitudes y unidades de reacciones nucleares y radiaciones ionizantes.

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Definición de la magnitud	Unidad SI	Símbolo de la unidad SI
energía de reacción	Q	En una reacción nuclear, la suma de las energías cinética y radiante de los productos de la reacción, menos la suma de las energías cinética y radiante de los reactivos.	joule	J
energía de resonancia	E_r, E_{res}	La energía cinética de una partícula incidente, en el marco de la referencia del objetivo, correspondiente a una resonancia en una reacción nuclear	joule	J
sección transversal	σ	Para una entidad objetivo especificada y para una reacción o proceso especificado por partículas incidentes cargadas o descargadas de energía y tipo especificado, la sección transversal es el cociente de la probabilidad de esta reacción o proceso para esta entidad objetivo y la fluencia de partícula de las partículas incidentes	metro cuadrado	m ²
sección transversal total	σ_{tot}, σ_T	La suma de todas las secciones transversales correspondientes a las diversas reacciones o procesos ocurridos entre la partícula incidente y la partícula objetivo		
sección transversal angular	σ_Ω	Sección transversal necesaria para disparar o dispersar una partícula dentro de un elemento de ángulo sólido, dividido por dicho elemento $\sigma = \int \sigma_\Omega d\Omega$	metro cuadrado por esterradián	m ² /sr

sección transversal espectral	σ_E	Sección transversal para un proceso en el que la energía de la partícula disparada o dispersada está en un elemento de energía, dividida por ese elemento $\sigma = \int \sigma_E dE$	metro cuadrado por joule	m ² /J
sección transversal angular espectral	$\sigma_{\Omega, E}$	Sección transversal necesaria para disparar o dispersar una partícula dentro de un elemento de ángulo sólido, con energía en un elemento de energía, dividida por el producto de estos dos elementos $\sigma = \iint \sigma_{\Omega, E} d\Omega dE$	metro cuadrado por esterradián joule	m ² /(sr·J)
sección transversal macroscópica, densidad de sección transversal	Σ	La suma de las secciones transversales de una reacción o proceso de un tipo específico, para todos los átomos de un volumen dado, dividida por ese volumen	metro recíproco	m ⁻¹

sección transversal macroscópica total, densidad de sección transversal total	Σ_{tot}, Σ_T	La suma total de las secciones transversales para todos los átomos en un volumen dado, dividido por ese volumen		
fluencia de partícula	Φ	En un punto dado del espacio, el número de partículas incidentes sobre una pequeña esfera en un intervalo de tiempo, dividido por el área de la sección transversal de esa esfera	metro cuadrado recíproco	m^{-2}
tasa de fluencia de partículas, densidad de flujo de partículas	ϕ	$\phi = \frac{d\phi}{dt}$	metro cuadrado recíproco por segundo	m^{-2}/s

fluencia de energía	Ψ	En un punto dado en el espacio, la suma de las energías, excluyendo la energía en reposo, de todas las partículas incidentes sobre una pequeña esfera en un intervalo de tiempo, dividida por el área seccional transversal de esa esfera	joule por metro cuadrado	J/m^2
tasa de fluencia de energía, densidad de flujo de energía	ψ	$\psi = \frac{d\psi}{dt}$	watt por metro cuadrado	W/m^2
densidad de corriente de partículas	$J, (S)$	La integral de una magnitud vectorial cuya componente normal sobre cualquier superficie, es igual al número "neto" de partículas pasando a través de esa superficie en un pequeño intervalo de tiempo, dividido por ese intervalo	metro cuadrado recíproco por segundo	m^2/s
coeficiente de atenuación lineal	μ, μ_l	$\mu = -\left(\frac{1}{J}\right) \frac{dJ}{dx}$ en donde J es la densidad de corriente de un haz de partículas paralelo a la dirección x	metro recíproco	m^{-1}
coeficiente de atenuación másica	μ_m	El coeficiente de atenuación lineal dividido por la densidad de masa de la sustancia	metro cuadrado por kilogramo	m^2/kg
coeficiente de atenuación molar	μ_c	$\mu_c = \mu/c$ en donde c es la concentración de cantidad de sustancia	metro cuadrado por mol	m^2/mol

coeficiente de atenuación atómica	μ_a, μ_{at}	$\mu_a = \mu/n$ en donde n es la densidad numérica de átomos en la sustancia	metro cuadrado	m^2
espesor medio, valor medio de espesor, capa hemirreductora	$d_{1/2}$	El espesor de la capa atenuadora que reduce la densidad de corriente de un haz unidireccional a la mitad de su valor inicial	metro	m
potencia de detención lineal total, poder de frenado lineal total	S, S_l	Para una partícula cargada ionizante de energía E, moviéndose en la dirección x $S = -dE/dx$	joule por metro	J/m
potencia de detención atómica total, poder de frenado atómico total	S_a	$S_a = S/n$ en donde n es la densidad numérica de átomos en la sustancia	joule metro cuadrado	$J \cdot m^2$
potencia de detención másica total, poder frenado másico total	S_m	La potencia de detención lineal total dividida por la densidad de masa de la sustancia	joule metro cuadrado por kilogramo	$J \cdot m^2/kg$

alcance lineal medio	R, R_l	La distancia que una partícula penetra en una sustancia dada, bajo condiciones específicas promediadas de un grupo de partículas que tiene la misma energía	metro	m
alcance másico medio	$R_m, (R_m)$	El alcance lineal medio multiplicado por la densidad de masa de la sustancia	kilogramo por metro cuadrado	kg/m ²
ionización lineal por una partícula	N_{ii}	El número de cargas elementales del mismo signo, producidas en un elemento de la longitud de la trayectoria de una partícula cargada ionizante dividido por ese elemento	metro recíproco	m ⁻¹
pérdida promedio de energía por par de iones formados	W_j	La energía cinética inicial de una partícula cargada ionizante, dividida por la ionización total de esa partícula	joule	J

movilidad	μ	La velocidad de arrastre promedio impartida por un campo eléctrico o una partícula cargada en un medio, dividido por la intensidad del campo	metro cuadrado por volt segundo	m ² /(V•s)
densidad numérica de iones, densidad de iones	n^+, n^-	El número de iones positivos o negativos de un elemento de volumen, dividido por ese elemento	metro cúbico recíproco	m ⁻³
coeficiente de recombinación	α	Coeficiente en la Ley de recombinación $-\frac{dn^+}{dx} = -\frac{dn^-}{dt} = \alpha n^+ n^-$	metro cúbico por segundo	m ³ /s
densidad numérica de neutrones	n	El número de neutrones libres en un elemento de volumen, dividido por ese elemento	metro cúbico recíproco	m ⁻³
rapidez del neutrón	v	La magnitud de la velocidad neutrónica	metro por segundo	m/s
densidad de flujo de neutrones, rapidez de flujo de neutrones	ϕ	En un punto dado en el espacio, el número de neutrones incidentes sobre una pequeña esfera, en un pequeño intervalo de tiempo, dividido por el área de sección transversal de esa esfera y por el intervalo de tiempo	metro cuadrado recíproco por segundo	m ² /s
coeficiente de difusión, coeficiente de difusión para la densidad numérica de neutrones	D, D_n	$J_x = -D_n \partial n / \partial x$ en donde: J_x es la componente x de la densidad de corriente de neutrones n es la densidad numérica de neutrones	metro cuadrado por segundo	m ² /s
coeficiente de difusión para la densidad de flujo de neutrones, coeficiente de difusión para rapidez de fluencia de neutrones	$D_\phi, (D)$	$J_x = -D_\phi \partial \phi / \partial x$ en donde: J_x es la componente x de la densidad de corriente neutrónica ϕ es la densidad de flujo neutrónico	metro	m
densidad total de una fuente de neutrones	S	Razón de la producción de neutrones en un elemento de volumen, dividido por ese elemento	segundo recíproco metro cúbico recíproco	s ⁻¹ ·m ⁻³

densidad de frenado	q	La densidad numérica de neutrones retardados, pasando un valor de energía dado, durante un corto intervalo de tiempo, dividida por dicho intervalo	metro cúbico recíproco por segundo	m ⁻³ /s
probabilidad de escape a la resonancia	p	En medio infinito, probabilidad de que un neutrón, al frenarse a través de una zona energética donde existen resonancias, la rebasa sin ser absorbido	uno	1

letargia	u	En el frenado de neutrones, logaritmo neperiano del cociente entre una energía de referencia E_0 , normalmente la máxima del neutrón, y la que este posee, E	uno	1
decaimiento logarítmico medio	ξ	Valor medio de la disminución del logaritmo neperiano de la energía de los neutrones en sus condiciones elásticas con núcleos cuya energía cinética es despreciable comparada con la de los neutrones	uno	1
trayectoria libre promedio	l, λ	La distancia promedio que viaja una partícula entre dos reacciones o procesos específicos sucesivos	metro	m

área de retardamiento	$L_{s, L_{sl}}^2$	En un medio homogéneo infinito, la sexta parte de la distancia cuadrática media entre la fuente de un neutrón y el punto donde el neutrón alcanza una energía determinada	metro cuadrado	m^2
área de difusión	L^2	En un medio homogéneo infinito, la sexta parte de la distancia cuadrática media entre el punto donde el neutrón entra a una clase especificada y el punto donde abandona esta clase		
área de migración	M^2	La suma del área de retardamiento de energía de fisión a energía térmica y el área de difusión para neutrones térmicos		
longitud de retardamiento	L_s, L_{sl}	La raíz cuadrada del área de retardamiento	metro	m
longitud de difusión	L	La raíz cuadrada del área de difusión		
longitud de migración	M	La raíz cuadrada del área de migración		
rendimiento neutrónico de la fisión	ν	En la fisión de un núclido determinado, promedio del número de neutrones, lo mismo inmediatos que diferidos, emitidos en cada fisión	uno	1
rendimiento neutrónico de la absorción	η	Promedio del número de neutrones de fisión, lo mismo inmediatos que diferidos, emitido por cada neutrón que se absorbe en un núclido fisionable o en un combustible nuclear, según se especifique		
factor de fisión rápida	ϵ	Para un medio infinito, razón entre el número medio de neutrones producidos por todas las fisiones y el de neutrones producidos exclusivamente por las fisiones térmicas	uno	1
factor de utilización térmica	f	Para un medio infinito, razón entre el número de neutrones térmicos absorbidos en un combustible nuclear, según se especifique, y el número total de neutrones térmicos absorbidos	uno	1

probabilidad de permanencia	Λ	Probabilidad de que un neutrón no escape del núcleo de un reactor durante el proceso de moderación o el de difusión en la zona térmica	uno	1
factor de multiplicación	k	Para un medio multiplicativo, razón entre el número total de neutrones producidos durante un intervalo de tiempo y el número total de neutrones perdidos por absorción y escape durante el mismo intervalo	uno	1
factor de multiplicación infinito, factor de multiplicación de un medio infinito	k_{∞}	Factor de multiplicación de un medio sin fugas neutrónicas		
factor de multiplicación efectivo	k_{eff}	Factor de multiplicación correspondiente a un medio finito		
reactividad	ρ	En un medio multiplicativo, medida de la	uno	1

		desviación entre el estado del medio y su estado crítico $\rho = \frac{k_{eff} - 1}{k_{eff}}$		
constante de tiempo del reactor	T	El tiempo requerido para que la densidad de flujo neutrónico de un reactor cambie en un factor "e" cuando la densidad de flujo aumenta o disminuye exponencialmente	segundo	s
actividad	A	El número promedio de transacciones nucleares espontáneas ocurridas en una cierta cantidad de un radionúclido, dentro de un corto intervalo de tiempo, dividido por el valor de ese intervalo	becquerel	Bq

energía impartida	ϵ	La energía impartida por radiación ionizante a la materia en un volumen, es, la diferencia entre la suma de las energías de todas las partículas directamente ionizantes (cargadas) e indirectamente ionizantes (sin carga) que han ocupado el volumen y la suma de las energías de todas aquellas que han salido de él, menos la energía equivalente de cualquier incremento de la masa en reposo que tenga lugar en reacciones de partículas elementales o nucleares	joule	J
energía impartida media	$\bar{\epsilon}$	El promedio de la energía impartida	joule	J
energía específica impartida	z	Para cualquier radiación ionizante la energía impartida a un elemento de materia irradiada, dividida por la masa de ese elemento	gray	Gy
dosis absorbida	D	Para cualquier radiación ionizante, la energía media impartida a un elemento de materia irradiada, dividida por la masa de este elemento		
dosis equivalente	H	La dosis equivalente es el producto de D, Q, y N en el punto de interés, en donde D es la dosis absorbida, Q es el factor de calidad y la N es el producto de otros factores determinantes cualesquiera $H = D \cdot Q \cdot N$	sievert	Sv
rapidez de dosis absorbida	\dot{D}	Dosis absorbida en un pequeño intervalo de tiempo, dividida por este intervalo	gray por segundo	Gy/s
transferencia lineal de energía	L	Para una partícula cargada ionizante, la energía local impartida a una masa, a través de una pequeña distancia, dividida por esa distancia	Joule por metro	J/m

kerma	K	Para partículas indirectamente ionizantes (sin carga), la suma de las energías cinéticas iniciales de todas las partículas cargadas liberadas en un elemento de materia, dividida por la masa de ese elemento kerma en un pequeño intervalo de tiempo, dividido por ese intervalo	gray	Gy
rapidez de kerma	\dot{K}	$K = \frac{dK}{dt}$	gray por segundo	Gy/s
coeficiente de transferencia de energía másica	μ_{tr}/ρ	Para un haz de partículas indirectamente ionizante (sin cargas)	metro cuadrado por kilogramo	m ² /kg

		$\frac{\mu_{tr}}{\rho} = \frac{K}{\psi}$		
		en donde ψ es la densidad de flujo de energía		
exposición	X	Para radiación X o gamma, la carga eléctrica total de los iones del mismo signo producidos cuando todos los electrones liberados (negativos y positivos) por fotones en un elemento de aire son detenidos en el aire, dividida por la masa de ese elemento	coulomb por kilogramo	C/kg
rapidez de exposición	\dot{X}	Exposición en un pequeño intervalo de tiempo, dividida entre ese intervalo	coulomb por kilogramo segundo	C/(kg•s)

APÉNDICE C

(Informativo)

Nombres y símbolos de los elementos químicos

Tabla C.1-Nombres y símbolos de los elementos químicos

Número atómico	Nombre	Símbolo
1	hidrógeno	H
2	helio	He
3	litio	Li
4	berilio	Be
5	boro	B
6	carbono	C
7	nitrógeno	N
8	oxígeno	O
9	flúor	F
10	neón	Ne
11	sodio	Na
12	magnesio	Mg
13	aluminio	Al
14	silicio	Si
15	fósforo	P
16	azufre	S
17	cloro	Cl
18	argón	Ar
19	potasio	K
20	calcio	Ca
21	escandio	Sc
22	titanio	Ti
23	vanadio	V
24	cromo	Cr
25	manganeso	Mn

Número atómico	Nombre	Símbolo
26	hierro	Fe
27	cobalto	Co
28	níquel	Ni
29	cobre	Cu
30	zinc, cinc	Zn
31	galio	Ga
32	germanio	Ge
33	arsénico	As
34	selenio	Se
35	bromo	Br
36	criptón, kriptón	Kr
37	rubidio	Rb
38	estroncio	Sr
39	ytrio, itrio	Y
40	circonio	Zr
41	niobio	Nb
42	molibdeno	Mo
43	tecnecio	Tc
44	rutenio	Ru
45	rodio	Rh
46	paladio	Pd
47	plata	Ag
48	cadmio	Cd
49	indio	In
50	estaño	Sn
51	antimonio	Sb
52	teluro, telurio	Te

Número atómico	Nombre	Símbolo
53	yodo	I
54	xenón	Xe
55	cesio	Cs
56	bario	Ba
57	lantano	La
58	cerio	Ce
59	praseodimio	Pr
60	neodimio	Nd
61	prometio	Pm
62	samario	Sm
63	europio	Eu
64	gadolinio	Gd
65	terbio	Tb
66	disproσιο	Dy
67	holmio	Ho
68	erbio	Er
69	tulio	Tm
70	iterbio	Yb
71	lutecio	Lu
72	hafnio	Hf
73	tántalo, tantalio	Ta
74	volframio, wolframio	W
75	renio	Re
76	osmio	Os
77	iridio	Ir
78	platino	Pt
79	oro	Au
80	mercurio	Hg
81	talio	Tl
82	plomo	Pb
83	bismuto	Bi
84	polonio	Po
85	ástato	At
86	radón	Rn

Número atómico	Nombre	Símbolo
87	francio	Fr
88	radio	Ra
89	actinio	Ac
90	torio	Th
91	protactinio	Pa
92	uranio	U
93	neptunio	Np
94	plutonio	Pu
95	americio	Am
96	curio	Cm
97	berquelio, berkelio	Bk
98	californio	Cf
99	einstenio	Es
100	fermio	Fm
101	mendelevio	Md
102	nobelio	No
103	lawrencio	Lr
104	Rutherfordio	Rf
105	Dubnio	Db
106	Seaborgio	Sg
107	Bohrio	Bh
108	Hassio	Hs
109	Meitnerio	Mt
110	Darmstatio	Ds
111	Roentgenio	Rg
112	Copernicio	Cn
113	Nihonio	Nh
114	Flerovio	Fl
115	Moscovio	Mc
116	Livermorio	Lv
117	Teneso	Ts
118	Oganesón	Og

APÉNDICE D

(informativo)

Símbolo de los elementos químicos y de los núclidos

Los símbolos de los elementos químicos deben escribirse en caracteres rectos. El símbolo no va seguido de punto.

Ejemplos: H He C Ca

Los subíndices o superíndices que afectan al símbolo de los núclidos o moléculas, deben tener los siguientes significados y posiciones:

El número másico de un núclido se coloca como superíndice izquierdo; por ejemplo:



El número de átomos de un núclido en una molécula se coloca en la posición del subíndice derecho; por ejemplo:



El número atómico puede colocarse en la posición de subíndice izquierdo; por ejemplo:



Cuando sea necesario, un estado de ionización o un estado excitado puede indicarse mediante un superíndice derecho.

Ejemplos:

Estado de ionización: Na^+ , PO_4^{3-} o $(\text{PO}_4)^{3-}$

Estado electrónico excitado. He^* , NO^*

Estado nuclear excitado: $^{110}\text{Ag}^*$ o bien $^{110}\text{Ag}^m$

APÉNDICE E

(Informativo)

pH

El pH se define operacionalmente. Para una disolución X, se mide la fuerza electromotriz E_X de la pila galvánica.

electrodo de referencia | disolución concentrada de KCl | disolución X | H_2 | Pt

y, análogamente, se mide la fuerza electromotriz de una pila galvánica que difiere de la anterior únicamente en la sustitución de la disolución X de pH desconocido, designado por pH(X), por una disolución patrón S, cuyo pH es pH(S). En estas condiciones,

$$\text{pH}(X) = \text{pH}(S) + (E_S - E_X)F / (RT \ln 10).$$

El pH así definido carece de dimensiones.

El Manual de la IUPAC sobre los símbolos y la terminología para las magnitudes y unidades de química física (1997) da los valores de pH(S) para varias disoluciones patrón.

El pH no tiene un significado fundamental; su definición es práctica. Sin embargo, en el intervalo restringido de disoluciones acuosas diluidas que tienen concentraciones en cantidad de sustancia inferiores a $0,1 \text{ mol/dm}^3$ y no son ni fuertemente ácidas ni fuertemente alcalinas ($2 < \text{pH} < 12$), la definición es tal que,

$$\text{pH} = -\lg[c(\text{H}^+)y_1 / (\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3})] \pm 0,02$$

en donde $c(\text{H}^+)$ indica la concentración en cantidad de sustancia del ion hidrógeno H^+ e y_1 indica el coeficiente de actividad de un electrólito monovalente típico en la disolución.

APÉNDICE F

(Informativo)

Unidades que no pertenecen al SI que pueden usarse temporalmente con el SI

Tabla F.1-Unidades que no pertenecen al SI que pueden usarse temporalmente con el SI.

Magnitud	Unidad	Símbolo	Equivalencia
superficie	área	a	$1 \text{ a} = 10^2 \text{ m}^2$
	hectárea	ha	$1 \text{ ha} = 10^4 \text{ m}^2$

	barn	b	$1 \text{ b} = 10^{-28} \text{ m}^2$
longitud	angström	Å	$1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$
longitud	milla náutica		1 milla náutica = 1852 m
presión	bar	bar	1 bar = 100 kPa
velocidad	nudo		1 nudo = (0,514 44) m/s
dosis de radiación	röntgen	R	$1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$
dosis absorbida	rad*	rad (rd)	$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$
radiactividad	curie	Ci	$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$
aceleración	gal	Gal	$1 \text{ gal} = 10^{-2} \text{ m/s}^2$
dosis equivalente	rem	rem	$1 \text{ rem} = 10^{-2} \text{ Sv}$

* El rad es una unidad especial empleada para expresar dosis absorbida de radiaciones ionizantes. Cuando haya riesgo de confusión con el símbolo del radián, se puede emplear rd como símbolo del rad.

9. Bibliografía

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992 y sus reformas.
- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999 y sus reformas.
- Le Système international d'unités SI 2006 publicado por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, BIPM, 2006.
- ISO 80000-1:2009, Quantities and units -- Part 1: General.
- ISO 80000-2:2009, Quantities and units -- Part 2: Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology.
- ISO 80000-3:2006, Quantities and units -- Part 3: Space and time.
- ISO 80000-4:2006, Quantities and units -- Part 4: Mechanics.
- ISO 80000-5:2007, Quantities and units -- Part 5: Thermodynamics.
- IEC 80000-6:2008, Quantities and units -- Part 6: Electromagnetism.
- ISO 80000-7:2008, Quantities and units -- Part 7: Light.
- ISO 80000-8:2007, Quantities and units -- Part 8: Acoustics.
- ISO 80000-9:2009, Quantities and units -- Part 9: Physical chemistry and molecular physics.
- ISO 80000-10:2009, Quantities and units -- Part 10: Atomic and nuclear physics.
- ISO 80000-11:2008, Quantities and units -- Part 11: Characteristic numbers.
- ISO 80000-12:2009, Quantities and units -- Part 12: Solid state physics.
- IEC 80000-13:2008, Quantities and units -- Part 13: Information science and technology.

- IEC 80000-14:2008, Quantities and units -- Part 14: Telebiometrics related to human physiology.
- IERS Convention 2003 (D.D. McCarthy y G. Petit eds., IERS Technical Note 32, Frankfurt am Main: Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, 2004, 12).
- JPL ephemerides DE403 (Standish E.M., Report del IAU WGAS Sub-Group on Numerical Standards, Highlights of Astronomy, Appenzeller ed., Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995, 180-184).
- CODATA en 2002, publicada por P.J. Mohr y B.N. Taylor, Rev. Mod. Phys., 2005, 77, 1-107.
- NIST Special Publication 811 2008 Edition. Ambler Thompson and Barry N. Taylor. Guide for the Use of the International System of Units (SI).

Ciudad México, a 17 de diciembre de 2020.- El Director General de Normas y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Secretaría de Economía, Lic. **Alfonso Guati Rojo Sánchez**.-
Rúbrica.