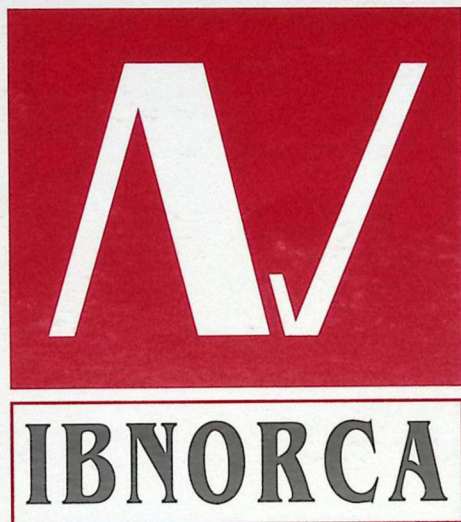


Norma Boliviana

⁶
NB-ISO 31-0



L/343.076/159m

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Magnitudes y unidades - Parte 0: Principios fundamentales

ICS 01.060 Magnitudes unidades

Enero 2004

CORRESPONDENCIA:

Esta norma es idéntica a la Norma ISO 31-0:1992 Quantities and units. Part 0: General principles

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad



2/343.076/159 m

FDTA-Valles

No Inventario: 28.06

Adquirida: Ocupa

Precio: \$ 11.31

Fecha: 17/08/2010



Instituto de Normalización y Calidad

Prefacio

La adopción de la Norma Boliviana NB-ISO 31:0 Principios fundamentales (Correspondiente a la ISO 31-0:1992 Quantities and units. Part 0: General principles, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización N° 1.7 "Sistemas de unidades factores de conversión", integrado en el ámbito de la Dirección de Normalización.

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2003-12-18

Fecha de aprobación por la Junta Directiva del IBNORCA 2004 -01-12

Prólogo

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (los organismos miembros de ISO). El trabajo de preparar Normas Internacionales es normalmente llevado a cabo a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en alguna materia para la cual se ha establecido un Comité Técnico, tiene derecho a ser representado en el Comité. Organizaciones Internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, vinculadas a ISO también toman parte en este trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todo lo relativo a normalización electrotécnica.

Los proyectos de norma internacional adoptados por los comités técnicos se circulan a los cuerpos del miembro para votar. La publicación como norma internacional requiere la aprobación de por lo menos el 75% de los cuerpos del miembro que echan un voto.

La Norma Internacional 31-0 fue preparada por el Comité Técnico ISO/TC 12, Magnitudes, unidades, símbolos, factores de conversión.

Esta tercera edición, cancela y reemplaza a la segunda edición (ISO 31-0:1981). Los cambios técnicos principales de la segunda edición son los siguientes

- tablas nuevas de las unidades base del SI, unidades derivadas del SI, prefijos del SI y un algunas otras unidades reconocidas han sido adicionadas.
- un nuevo apartado (2.3.3) en la unidad "uno" se ha adicionado;
- un nuevo anexo C en organizaciones internacionales en el campo de cantidades y de unidades se ha adicionado.

El objeto del Comité Técnico ISO/TC 12 es la normalización de unidades y símbolos para magnitudes y unidades (y símbolos matemáticos) usados dentro de los campos diferentes de la ciencia y de la tecnología, dando, donde es necesario, definiciones de estas magnitudes y unidades. Los factores estándares de conversión, para convertir entre las varias unidades también vienen bajo el alcance del TC. En el cumplimiento de esta responsabilidad la ISO/TC 12 ha preparado la norma ISO 31.

La ISO 31 consiste en las partes siguientes, bajo el título general Magnitudes y unidades:

Parte 0: Principios generales

Parte 1: Espacio y tiempo

Parte 2: Fenómenos periódicos y conexos

Parte 3: Mecánica

Parte 4: Calor

Parte 5: Electricidad y magnetismo

Parte 6: Luz y radiaciones electromagnéticas conexas

Parte 7: Acústica

Parte 8: Química, física y física molecular

Parte 9: Física atómica y nuclear

Parte 10: Reacciones nucleares y radiaciones ionizantes

Parte 11: Signos y símbolos matemáticos para su uso en las ciencias físicas y en tecnología

Parte 12: Números característicos

Parte 13: Física del estado sólido

Anexos A, B y C de esta parte de la ISO 31 son para información solamente.

Magnitudes y unidades - Parte 0: Principios fundamentales

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma suministra información general sobre los principios relativos a magnitudes físicas, ecuaciones, símbolos de magnitudes y de unidades y sistemas coherentes de unidades, especialmente el Sistema Internacional de Unidades, SI.

Los principios generales de esta norma están destinados al uso general de los diferentes campos de la ciencia y de la técnica.

2 MAGNITUDES Y UNIDADES

2.1 Magnitudes físicas, unidades y valor numérico

Las magnitudes físicas pueden agruparse en categorías de magnitudes, que sean mutuamente comparables. Las longitudes, los diámetros, las distancias, las alturas, las longitudes de onda, etc., constituyen una de esas categorías. Las magnitudes mutuamente comparables se suelen llamar "magnitudes de la misma clase".

Cuando, en una de estas categorías se elige una magnitud particular como de referencia, llamada unidad, cualquier otra magnitud perteneciente a esta categoría puede expresarse en función de dicha unidad como el producto de esta unidad por un número. Este número se llama valor numérico de la magnitud expresada en esta unidad.

Ejemplo:

La longitud de onda de una de las rayas espectrales del sodio es:

$$\lambda = 5,896 \times 10^{-7} \text{ m}$$

donde

λ	es el símbolo para la magnitud física de la longitud de onda;
m	es el símbolo para la unidad de longitud, el metro;
$5,896 \times 10^{-7}$	es el valor numérico de la longitud de onda expresada en metros.

En los trabajos teóricos sobre magnitudes y unidades, esta relación puede expresarse bajo la forma:

$$A = \{A\} \cdot [A]$$

donde

A	es el símbolo de la magnitud física;
[A]	es el símbolo de la unidad;
{A}	simboliza el valor numérico de la magnitud A expresada en la unidad [A]

Los componentes de vectores y de tensores son magnitudes que pueden expresarse de la forma descrita anteriormente.

Si una magnitud se expresa en otra unidad que es K veces más grande, el nuevo valor numérico será $1/K$ veces el primer valor numérico; la magnitud física, que es el producto del valor numérico por la unidad, es por lo tanto independiente de la unidad.

Ejemplo:

Cuando se cambia la unidad de longitud de onda del metro al nanómetro, que es 10^9 veces el metro, el nuevo valor numérico es igual a 10^9 veces el valor numérico de la magnitud expresada en metros.

Así:

$$\lambda = 5,896 \times 10^{-7} \text{ m} = 5,896 \times 10^{-7} \times 10^9 \text{ nm} = 5,896 \text{ nm}$$

Observación sobre la representación de valores numéricos

Es importante distinguir entre la propia magnitud y el valor numérico de esa magnitud expresado en una unidad particular. El valor numérico de la magnitud expresado en una unidad particular puede indicarse por medio del símbolo de la magnitud escrito entre llaves, y poniendo como subíndice el símbolo de la unidad. A veces, es preferible indicar el valor numérico explícitamente, como la razón de la magnitud a la unidad.

Ejemplo:

$$\lambda/\text{nm} = 589,6$$

NOTA 1

Esta notación es particularmente útil en los gráficos y en los encabezados de las columnas de las tablas.

2.2 Magnitudes y ecuaciones

2.2.1 Operaciones matemáticas con magnitudes

No se pueden sumar o restar dos magnitudes, a menos que pertenezcan a la misma categoría de magnitudes mutuamente comparables.

Las magnitudes físicas se multiplican una por otra según las reglas del álgebra; el producto o el cociente de dos magnitudes A y B satisfacen las ecuaciones

$$AB = \{A\} \{B\} \cdot [A] [B]$$

$$\frac{A}{B} = \frac{\{A\}}{\{B\}} \cdot \frac{[A]}{[B]}$$

Así el producto $\{A\} \{B\}$ es el valor numérico $\{AB\}$ de la magnitud AB , y el producto $[A] [B]$ es la unidad $[AB]$ de la magnitud AB . Igualmente el cociente $\{A\}/\{B\}$ es el valor numérico $\{A/B\}$ de la magnitud A/B , y el cociente $[A] / [B]$ es la unidad $[A/B]$ de la magnitud A/B .

Ejemplo:

La velocidad v de una partícula en movimiento uniforme está dada por:

$$v = l / t$$

Donde l es la distancia recorrida en el intervalo de tiempo t .

Por tanto, si la partícula recorre una distancia $l = 6 \text{ m}$ en un intervalo de tiempo $t = 2 \text{ s}$, la velocidad v es igual a:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{6 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Los argumentos de las funciones exponenciales, logarítmicas, trigonométricas, etc., son números, valores numéricos o combinaciones adimensionales de magnitudes (véase 2.2.6).

Ejemplo:

$$\exp(W/kT), \ln(p/kPa), \sin \alpha, \sin(\omega t)$$

NOTA 2

La relación de dos magnitudes de la misma naturaleza y cualquier función de este cociente, tal como su logaritmo, son magnitudes diferentes.

2.2.2 Ecuaciones entre magnitudes y ecuaciones entre valores numéricos

En la ciencia y en la técnica, se utilizan dos tipos de ecuaciones: ecuaciones entre magnitudes, en las que un símbolo literal indica la totalidad de la magnitud física (es decir, valor numérico $\times$ unidad) y ecuaciones entre los valores numéricos. Las ecuaciones entre valores numéricos dependen de la elección de las unidades, mientras que las ecuaciones entre magnitudes tienen la ventaja de no depender de esa elección. En consecuencia, se debe preferir normalmente el empleo de ecuaciones entre magnitudes.

Ejemplo:

Una ecuación simple de magnitudes es:

$$v = l / t$$

Tal como se da en 2.2.1.

Empleando, por ejemplo, el kilómetro por hora, el metro y el segundo, respectivamente, como unidades de velocidad, de longitud, y de tiempo, se puede escribir la siguiente ecuación entre valores numéricos:

$$\{v\}_{\text{km/h}} = 3,6 \{l\}_{\text{m}} / \{t\}_{\text{s}}$$

El número 3,6 que aparece en esta ecuación es el resultado de la particular elección de unidades; si se eligen otras unidades será, por tanto diferente.

Si, en esa ecuación, se omiten los subíndices que indican los símbolos de las unidades, se obtiene una ecuación entre valores numéricos:

$$\{v\} = 3,6 \{l\} / \{t\}$$

que no es independiente de la elección de las unidades y que, por consiguiente, no se recomienda utilizarla. Si, a pesar de ello, se usan ecuaciones entre valores numéricos deben indicarse, claramente y en el mismo contexto, las unidades utilizadas.

2.2.3 Constantes empíricas

Una relación empírica se suele expresar frecuentemente como una ecuación entre los valores numéricos de ciertas magnitudes físicas. Esta relación depende de las unidades en las cuales se expresen las distintas magnitudes físicas.

Una relación empírica entre los valores puede transformarse en ecuación entre magnitudes físicas, conteniendo una o más constantes empíricas. Tal ecuación entre magnitudes físicas tiene la ventaja de que la forma de la misma es independiente de la ecuación de unidades. Los valores numéricos de las constantes empíricas que aparecen en tal ecuación dependen, sin embargo, de las unidades en las que ellos están expresados, como en el caso de las magnitudes físicas.

Ejemplo:

Los resultados de la medida del período T de un péndulo en función de su longitud l , en cualquier estación, pueden representarse por una ecuación entre magnitudes.

$$T = C \cdot l^{1/2}$$

donde la constante empírica C resulta ser

$$C = 2,006 \text{ s/m}^{1/2}$$

(La teoría muestra que $C = 2\pi g^{-1/2}$, donde g es la aceleración local de la gravedad).

2.2.4 Factores numéricos en las ecuaciones entre magnitudes

Las ecuaciones entre magnitudes pueden contener factores numéricos. Estos factores numéricos, dependen de las definiciones elegidas para las magnitudes que aparecen en las ecuaciones.

Ejemplos:

1. La energía cinética E_k de una partícula de masa m y de velocidad v es:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

2. Si C es la capacitancia de una esfera de radio r y ϵ es la permitividad de un medio, se tiene

$$C = 4 \pi \epsilon r$$

2.2.5 Sistemas de magnitudes y ecuaciones entre magnitudes; magnitudes básicas y magnitudes derivadas

Las magnitudes físicas están relacionadas entre sí por ecuaciones que expresan las leyes de la naturaleza o definen nuevas magnitudes.

Para definir los sistemas de unidades e introducir el concepto de dimensión, es conveniente considerar ciertas magnitudes como mutuamente independientes, es decir, como magnitudes básicas, por medio de las cuales las otras magnitudes pueden definirse o expresarse por ecuaciones; estas últimas se llaman magnitudes derivadas.

La elección de cuántas y cuáles son las magnitudes básicas es, en cierto modo, arbitraria.

El conjunto de todas las magnitudes incluidas en las Partes 1 a 13 de la Norma NB-ISO 31 puede considerarse que está fundado en siete magnitudes básicas: longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura termodinámica, cantidad de sustancia e intensidad luminosa.

En el campo de la mecánica, se emplea generalmente un sistema de magnitudes y de ecuaciones fundado en tres magnitudes básicas. En la Norma NB-ISO 31:3, las magnitudes básicas empleadas son: longitud, masa y tiempo.

En el campo de la electricidad y el magnetismo, se emplea generalmente un sistema de magnitudes y de ecuaciones fundado en cuatro magnitudes básicas. En la Norma NB-ISO 31:5, las magnitudes básicas utilizadas son: longitud, masa tiempo y corriente eléctrica.

Sin embargo, en el mismo campo, se han utilizado sistemas fundados solamente en tres magnitudes básicas: longitud, masa y tiempo. Entre ellos, el sistema llamado "de Gauss" o simétrico todavía se usa; se describe en la Norma NB-ISO 31:5, anexo A.

2.2.6 Dimensiones de una magnitud

Cualquier magnitud Q puede expresarse en función de otras magnitudes mediante una ecuación, cuyo segundo miembro puede ser una suma de términos. Cada uno de estos términos puede expresarse como producto de potencias de magnitudes básicas, $A, B, C, \dots$, correspondientes a un cierto conjunto, a veces multiplicado por un factor numérico, ξ , es decir, $\xi A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots$, donde el conjunto de los exponentes ($\alpha, \beta, \gamma, \dots$) es el mismo para cualquier término.

La dimensión de la magnitud Q se expresa por el producto dimensional:

$$\dim Q = A^\alpha B^\beta C^\gamma$$

donde

$A, B, C, \dots$ indican las dimensiones básicas A, B, C ;
 $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ se denominan exponentes dimensionales.

Una magnitud en la que todos los exponentes adimensionales son nulos se llama magnitud adimensional. Su producto dimensional o su dimensión es $A^0 B^0 C^0 \dots = 1$. Dicha magnitud adimensional se expresa como un número.

Ejemplo:

Cuando las dimensiones de las tres magnitudes básicas, longitud, masa y tiempo, se representan respectivamente por L, M y T , la dimensión de la magnitud "trabajo" se expresa por $\dim W = L^2 M T^{-2}$, y los exponentes dimensionales son 2, 1 y -2.

En el sistema fundado en las siete magnitudes básicas: longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura termodinámica, cantidad de sustancia e intensidad luminosa, las dimensiones básicas pueden indicarse respectivamente por L, M, T, I, θ, N y J , en general, la dimensión de una magnitud Q será:

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \theta^\epsilon N^\zeta J^\eta$$

Ejemplos

Magnitudes	Dimensión
Velocidad	LT^{-1}
velocidad angular	T^{-1}
fuerza	LMT^{-2}
energía	L^2MT^{-2}
entropía	$L^2MT^{-2}\theta^{-1}$
potencial eléctrico	$L^2MT^{-3}I^{-1}$
permitividad	$L^3M^{-1}T^{-4}I^2$
flujo magnético	$L^2MT^{-2}I^{-1}$
Iluminancia	$L^{-2}J$
entropía molar	$L^2MT^{-2}\theta^{-1}N^{-1}$
constante de Faraday	TIN^{-1}
densidad óptica	1

En las distintas partes de la Norma NB-ISO 31, las dimensiones de las magnitudes no se mencionan explícitamente.

2.3 Unidades

2.3.1 Sistemas coherentes de unidades

Sería posible elegir arbitrariamente las unidades, pero al elegir independientemente un a unidad para cada magnitud, aparecería una serie de factores numéricos adicionales en las ecuaciones entre valores numéricos.

Es posible, sin embargo, y resulta más conveniente en la práctica, elegir un sistema de unidades de tal manera que las ecuaciones entre valores numéricos (incluyendo los factores numéricos) tengan exactamente la misma forma que las ecuaciones correspondientes entre magnitudes. Un sistema de unidades definido de esta manera se llama coherente en relación al sistema de magnitudes y de ecuaciones considerado. El SI cumple esta condición. El sistema correspondiente de magnitudes se da en las normas NB-ISO 31:1 a NB-ISO 31:10, NB-ISO 31:12 y NB-ISO 31:13.

Para un sistema particular de magnitudes y de ecuaciones, se obtienen un sistema coherente de unidades definiendo en primer lugar las unidades para las magnitudes básicas, las unidades básicas. Luego, para cada magnitud derivada, la definición de la unidad derivada corresponde en función de las unidades básicas está dada por una expresión algebraica, que se obtiene reemplazando en el producto de dimensiones básicas (véase 2.2.6) los símbolos de las dimensiones básicas por los de las unidades básicas. En particular, una magnitud de dimensión uno tiene la unidad 1. Cuando se expresan las unidades derivadas en función de las unidades básicas, en tal sistema coherente de unidades no aparece más factor numérico que el número 1.

Ejemplos

Magnitud	Ecuación	Dimensión	Símbolo de la Unidad derivada
velocidad	$v = \frac{dl}{dt}$	LT ⁻¹	m/s
fuerza	$v = m \frac{d^2l}{dt^2}$	MLT ⁻²	kg · m/s ²
energía cinética	$E_k = \frac{1}{2} m v^2$	ML ² T ⁻²	kg · m ² /s ²
energía potencial	$E_p = mgh$	ML ² T ⁻²	kg · m ² /s ²
energía	$E = \frac{1}{2} m v^2 + mgh$	ML ² T ⁻²	kg · m ² /s ²
densidad relativa	$d = \frac{e}{e_0}$	1	1

2.3.2 Unidades SI y sus múltiplos y submúltiplos decimales

El nombre Sistema Internacional de Unidades y la abreviatura internacional SI fueron adoptados por la 11ª Conferencia general de Pesas y Medidas (CGPM) en 1960.

Este sistema comprende:

- las unidades básicas;
- las unidades derivadas que incluyen las unidades suplementarias; que en conjunto forman el sistema coherente de unidades SI.

2.3.2.1 Unidades básicas.

Las siete unidades básicas se indican en la tabla 1.

Tabla 1
Unidades básicas

Magnitudes básicas	Unidades SI básicas	
	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

2.3.2.2 Unidades derivadas, incluidas las unidades suplementarias.

Puede obtenerse la expresión de unidades derivadas coherentes en función de las unidades mediante expresiones de productos de dimensiones, empleando las sustituciones formales siguientes:

L m
M kg
T s

I A
E K
N mol
J cd

En 1960, la CGPM clasificó las unidades SI radián, rad, y estereoradián, sr, usadas respectivamente para el ángulo plano y el ángulo sólido, como "unidades suplementarias". En 1980, el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) decidió interpretar que la clase de unidades SI suplementarias era un clase de unidades derivadas adimensionales, para las que la CGPM deja abierta la posibilidad de utilizarlas o no al expresar las unidades derivadas del SI.

Aun cuando, como consecuencia de esta interpretación, la unidad coherente para el ángulo plano y el ángulo sólido es el número 1, es conveniente en muchos casos prácticos utilizar los nombres especiales radián, rad, y estereoradián, sr, en lugar del número 1.

Ejemplos:

Magnitud

**Símbolo de la unidad SI expresada en
Función de las siete unidades básicas
(y, en algunos casos, de las unidades
suplementarias)**

Mgnn
velocidad
velocidad angular
fuerza
energía
entropía
potencial eléctrico
permitividad
flujo magnético
iluminancia
entropía molar
constante de Faraday
densidad relativa

m/s
rad/s o s^{-1}
 $kg \cdot m/s^2$
 $kg \cdot m^2/s^2$
 $kg \cdot m^2/(s^2 \cdot K)$
 $kg \cdot m^2/(s^2 \cdot A)$
 $A^2 \cdot s^4/(kg \cdot m^3)$
 $kg \cdot m^2/(s^2 \cdot A)$
 $cd \cdot sr/m^2$
 $kg \cdot m^2/(s^2 \cdot K \cdot mol)$
 $A \cdot s/mol$
1

Para algunas unidades SI derivadas, existen nombres y símbolos especiales; aquellos que han sido aprobados por la CGPM aparecen en las tablas 2 y 3.

Normalmente, es ventajoso emplear nombres y símbolos especiales en las expresiones compuestas de estas unidades.

Ejemplos:

1 Empleando la unidad derivada julio ($1 J = 1 m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$), se puede escribir

Magnitud

entropía molar

Símbolo de la unidad SI

$J \cdot K^{-2} \cdot mol^{-1}$

2 Empleando la unidad derivada voltio ($1 V = 1 m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$), se puede escribir

Magnitud

permitividad

Símbolo de la unidad SI

$s \cdot A \cdot m^{-1} \cdot V^{-1}$

Tabla 2

Unidades SI derivadas con nombres especiales, que incluyen las unidades SI suplementarias

Magnitud derivada	Unidades SI derivadas		
	Nombre especial	Símbolo	Expresión en función de las unidades SI básicas y unidades SI derivadas
Ángulo plano	radián	rad	$1 \text{ rad} = 1 \text{ m/m} = 1$
Ángulo sólido	estereorradián	sr	$1 \text{ sr} = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 1$
Frecuencia	hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
Fuerza	newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
presión, tensión mecánica	pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
energía, trabajo, cantidad de calor	joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
potencia, flujo radiante	watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
carga eléctrica, cantidad de electricidad	coulomb	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
potencial eléctrico, diferencia de potencial, tensión, fuerza electromotriz	volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$
capacidad eléctrica	farad	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}$
resistencia eléctrica	ohm	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$
conductancia eléctrica	siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
flujo magnético, flujo de inducción magnética	weber	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$
inducción magnética, densidad de flujo magnético	tesla	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$
inductancia	henry	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb/A}$
temperatura Celsius	grado Celsius	$^{\circ}\text{C}$	$1 ^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K}$
flujo luminoso	lumen	lm	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$
iluminancia	lux	lx	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$

1) El grado Celsius es un nombre especial de la unidad kelvin que se utiliza para expresar los valores de la temperatura Celsius (véase también la Norma NB-ISO 31-4, n° 4.1.a y n° 4.2.a).

Tabla 3

Unidades SI derivadas con nombres especiales, admitidas para salvaguardar la salud humana

Magnitud derivada	Unidades SI derivadas		
	Nombre especial	Símbolo	Expresión en función de las unidades SI básicas y unidades SI derivadas
actividad (radiaciones ionizantes)	becquerel	Bq	$1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$
dosis absorbida, energía impartida, kerma, índice de dosis absorbida	gray	Gy	$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$
dosis equivalente, índice de dosis equivalente	sievert	Sv	$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$

2.3.2.3 Prefijos SI

En el Sistema Internacional de Unidades y para evitar valores numéricos muy grandes o muy pequeños, se añaden al sistema coherente múltiplos o submúltiplos decimales de las unidades SI. Se forman mediante los prefijos de la tabla 4.

Tabla 4
Prefijos SI

Factor	Prefijo	
	Nombre	Símbolo
10^{24}	yotta	Y
10^{21}	zetta	Z
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a
10^{-21}	zepto	z
10^{-24}	yocto	y

Para el empleo de estos prefijos, véase 3.2.4.

Tanto las unidades SI como sus múltiplos y submúltiplos decimales, formados mediante estos prefijos, se recomiendan especialmente.

2.3.3 La unidad uno

La unidad SI coherente para toda magnitud de dimensión uno es la unidad uno, símbolo 1. En general, este número no se escribe explícitamente cuando una de estas magnitudes se expresa numéricamente.

Ejemplo:

Índice de refracción $n = 1,53 \times 1 = 1,53$

Sin embargo, en el caso de algunas de estas magnitudes, la unidad uno tiene nombres especiales, que pueden ser o no utilizados según el contexto.

Ejemplos:

Ángulo plano $\hat{a} = 0,5 \text{ rad} = 0,5$

Ángulo sólido $\hat{U} = 2,3 \text{ sr} = 2,3$

Nivel de campo $L_r = 12 \text{ Np} = 12$

Los múltiplos y submúltiplos decimales de la unidad uno se expresan por potencias de 10. No deben expresarse por combinación del símbolo 1 con un prefijo.

En algunos casos, el símbolo % (por ciento) se utiliza en lugar del número 0,01.

Ejemplo:

Factor de reflexión $r = 0,8 = 80\%$

NOTAS

3 En algunos países, el símbolo % (por mil) se utiliza en lugar del número 0,001. Este símbolo no debe usarse.

4 Puesto que por ciento y por mil son números, no tiene sentido, en principio, hablar de porcentaje en masa o en volumen. No se debe, pues, añadir al símbolo de la unidad información adicional, tal como % (m/m) o % (V/V). La forma preferible de expresar una fracción de masa es "la fracción de masa es 0,67" o "la fracción de masa es 67%". Correlativamente, se recomienda la expresión "la fracción de volumen es 0,75" o bien "la fracción de volumen es 75%". Las fracciones de masa o volumen pueden expresarse también por $5 \mu\text{g/g}$ o $4,2 \text{ ml/m}^3$.

Las abreviaciones ppm, ppbm y ppb no deben usarse.

2.3.4 Otros sistemas de unidades, y otras unidades

El sistema CGS de unidades mecánicas es un sistema coherente en el que las unidades básicas son el centímetro, el gramo y el segundo para las tres magnitudes básicas longitud, masa y tiempo.

En la práctica, se ha ampliado este sistema añadiendo el kelvin, la candela y el mol como unidades básicas para las magnitudes básicas temperatura termodinámica, intensidad luminosa y cantidad de sustancia.

Las unidades eléctricas y magnéticas se definen en el sistema CGS de diferentes maneras, según los sistemas de magnitudes y de ecuaciones elegidos. Se usa todavía el sistema

CGS "de Gauss" o simétrico, que es coherente con el sistema "de Gauss" o simétrico de magnitudes y de ecuaciones fundado en tres magnitudes básicas. Para una información más amplia sobre este sistema, véase la Norma NB-ISO 31:5, anexo A.

Los nombres y símbolos especiales de unidades CGS derivadas tales como dina, erg, poise, stokes, gauss, oersted y maxwell no deben emplearse conjuntamente con las unidades SI.

En otras partes de la Norma NB-ISO 31, los nombres especiales de las unidades CGS derivadas se dan en anexos informativos que no forman parte integrante de la norma.

Hay algunas unidades fuera del SI que el CIPM mantiene para su utilización con el SI, por ejemplo, minuto, hora y electronvolt. Estas unidades aparecen en las tablas 5 y 6.

Tabla 5

Unidades ajenas al SI que pueden utilizarse con el SI

Magnitud	Unidad		
	Nombre	Símbolo	Definición
Tiempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 60 min
	día	d	1 d = 24 h
ángulo plano	grado	°	1° = (π/180) rad
	minuto	'	1' = (1/60)°
	segundo	"	1" = (1/60)'
volumen	litro	l, L ¹⁾	1 l = 1 dm ³
masa	tonelada	t	1 t = 10 ³ kg

Tabla 6

Unidades utilizadas con el SI, cuyos valores en unidades SI se han obtenido experimentalmente

Magnitud	Unidad		
	Nombre	Símbolo	Definición
energía	electronvolt	eV	El electronvolt es la energía cinética adquirida por un electrón al atravesar una diferencia de potencial de un volt en el vacío: 1 eV = 1,602 177 x 10 ⁻¹⁹ J.
masa	unidad de masa atómica unificada	u	La unidad de masa atómica unificada es igual a la fracción 1/12 de la masa de un átomo del nucleido ¹² C: 1 u = 1,660 540 x 10 ⁻²⁷ kg.

Se han definido otros sistemas coherentes de unidades, por ejemplo, el fundado en el pie, la libra y el segundo, así como el sistema fundado en el metro, kilogramo-fuerza y segundo.

¹⁾ Los dos símbolos para el litro pueden utilizarse igualmente. No obstante, el CIPM observará su utilización para ver si puede suprimirse uno de ellos.

Además, se han definido otras unidades que no pertenecen a ningún sistema coherente, por ejemplo, atmósfera, milla marina y curie.

3 RECOMENDACIONES PARA LA IMPRESIÓN DE SÍMBOLOS Y NOMBRES

3.1 Símbolos de magnitudes

3.1.1 Símbolos

Los símbolos de las magnitudes están formados generalmente por una sola letra del alfabeto latino o griego, a veces con índices o con otros signos modificadores. Estos símbolos se imprimen en caracteres *itálicos* (cursiva) (independientemente de los caracteres utilizados en el resto del texto).

Al símbolo no sigue un punto, salvo exigencias de las reglas normales de puntuación, por ejemplo, al final de una frase.

NOTAS

- 5 Los símbolos de las magnitudes aparecen en las Partes 1 a 10, 12 y 13 de la Norma NB-ISO 31.
- 6 Los símbolos de las magnitudes vectoriales y de otras magnitudes no escalares se dan en la Parte 11 de la Norma NB-ISO 31, relativa a signos y símbolos matemáticos.
- 7 Por excepción, se emplean a veces símbolos compuestos de dos letras para combinaciones de dimensión uno de magnitudes (por ejemplo, número de Reynolds: *Re*). Si un símbolo compuesto de dos letras aparece en un producto como factor, se recomienda separarlo de los otros símbolos.

3.1.2 Reglas para la impresión de subíndices

Cuando, en un contexto dado, diferentes magnitudes tienen el mismo símbolo literal o cuando, para una misma magnitud, tienen interés diferentes aplicaciones o valores, se puede distinguirlos utilizando subíndices.

Para la impresión de subíndices, se recomienda seguir los principios siguientes: Un subíndice que representa el símbolo de una magnitud física debe imprimirse en caracteres *itálicos* (cursiva). Los otros subíndices deben imprimirse en caracteres romanos (rectos).

Ejemplos:

Subíndices rectos

C_g	(g: gas)
g_n	(n: normal)
μ_r	(r: relativo)
E_k	(k: cinético)
X_e	(e: eléctrico)
$T_{1/2}$	(1/2: medio)

Subíndices *itálicos*

C_p	(p: presión)
$\sum_n a_n v_n$	(n: índice corriente)
$\sum_x a_x b_x$	(x: índice corriente)
g_{ik}	(i, k: índices corrientes)
p_x	(x: coordenada x)
λ	(λ : longitud de onda)

NOTAS

8 Los números empleados como subíndices deben imprimirse en caracteres rectos. Sin embargo, los símbolos literales que representan números se imprimen generalmente en caracteres *itálicos*.

9 Para empleo de subíndices, véanse igualmente las observaciones específicas de las Partes 6 y 10 de la Norma NB-ISO 31.

3.1.3 Combinación de símbolos de magnitudes; operaciones elementales entre magnitudes.

Cuando los símbolos de las magnitudes se combinan en un producto, esta combinación puede indicarse de una de las maneras siguientes:

$$ab, a \, b, a \cdot b, a \times b$$

NOTAS

10 En algunos campos, por ejemplo, en cálculo vectorial, se hace una distinción entre $a \cdot b$ y $a \times b$.

11 Para la multiplicación de números, véase el apartado 3.3.3.

12 En sistemas con posibilidades limitadas de caracteres, puede usarse un punto sobre la línea en lugar de un punto a media altura.

La división de una magnitud por otra puede indicarse de las siguientes maneras:

$$\frac{a}{b}, a/b \text{ o escribiendo los productos de } a \text{ por } b^{-1} \text{ por ejemplo, } a \cdot b^{-1}$$

Este procedimiento puede extenderse a los casos en el que el numerador o el denominador o ambos sean productos o cocientes, pero nunca debe introducirse en la misma línea más de una barra oblicua (/) en tal combinación, a menos que se pongan paréntesis que eviten toda ambigüedad.

Ejemplos:

$$\frac{ab}{c} = ab/c = abc^{-1}$$

$$\frac{a/b}{c} = (a/b)/c = ab^{-1}c^{-1}; \text{ y no } a/b/c;$$

Sin embargo, $\frac{a/b}{c/d} = \frac{ab}{bc}$

$$\frac{a}{bc} = a/(b \cdot c) = a/bc, \text{ y no } a/b \cdot c$$

La barra oblicua puede emplearse en los casos en que numerador y denominador incluyen adiciones o sustracciones siempre que se utilicen paréntesis (o corchetes o llaves).

Ejemplos:

$$(a + b)/(c + d) \text{ significa } \frac{a + b}{c + d};$$

los paréntesis son obligatorios.

$$a + b/c + d \text{ significa } a + \frac{b}{c} + d;$$

sin embargo, se puede evitar cualquier ambigüedad escribiendo

$$a + (b/c) + d$$

Se deben utilizar también paréntesis para evitar las ambigüedades que pueden resultar del empleo de otros signos y símbolos de operaciones matemáticas.

3.2 Nombres y símbolos de unidades

3.2.1 Símbolos internacionales de unidades

Cuando existan símbolos SI de unidades, deben emplearse con exclusividad de cualquier otro. Deben imprimirse en caracteres romanos (independientemente de los caracteres utilizados en el resto del texto), quedan invariables en plural y no llevan punto final salvo exigencias de la puntuación normal, por ejemplo, al final de una frase.

Es incorrecto añadir al símbolo de una unidad cualquier indicación sobre la naturaleza especial de la magnitud considerada o sobre el contexto de la medición.

Ejemplo:

$$U_{\text{máx}} = 500 \text{ V (no } U = 500 \text{ V}_{\text{máx}})$$

Los símbolos de las unidades deben imprimirse generalmente en letras minúsculas; sin embargo, se imprime en mayúscula la primera letra cuando el nombre de la unidad deriva de un nombre propio.

Ejemplos:

m	metro
s	segundo
A	ampere
Wb	weber

3.2.2 Combinación de símbolos de unidades

Una unidad compuesta obtenida por multiplicación de dos o más unidades puede indicarse de una de las maneras siguientes:

$$\text{N} \cdot \text{m}, \text{N m}$$

NOTAS

13 En sistemas con posibilidades limitadas de caracteres, puede usarse un punto sobre la línea en lugar de un punto a media altura.

14 La última manera se puede utilizar también sin espacio, pero hay que tener especial cuidado cuando el símbolo de una de las unidades coincide con el símbolo de un prefijo.

Ejemplo:

mN significa milinewton y no metro newton.

Una unidad compuesta formada por división de una unidad por otra puede indicarse de la siguiente manera:

$$\frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ m/s}, \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Jamás debe introducirse en la misma línea una barra oblicua (/) seguida de un signo de

multiplicación o división, a menos que se añadan paréntesis para evitar cualquier ambigüedad. En los casos complicados, deben utilizarse potencias negativas o paréntesis.

3.2.3 Impresión de los símbolos de unidades

No hay recomendación ni sugerencia en relación con la clase de caracteres rectos con los que deben imprimirse los símbolos de las unidades.

NOTA

En esta serie de normas, la clase de caracteres utilizada es, generalmente, la que se emplea en el contexto, pero ello no constituye una recomendación.

3.2.4 Impresión y empleo de prefijos

Los símbolos de los prefijos deben imprimirse en caracteres romanos (rectos), sin dejar espacio entre el símbolo del prefijo y el símbolo de la unidad.
No deben emplearse prefijos compuestos.

Ejemplo:

Debe escribirse nm (nanómetro) para 10^{-9} m, pero no m/μm.

Se considera que el símbolo de un prefijo está combinado con el símbolo de la unidad al que va directamente unido, formando con él un nuevo símbolo (correspondiente a un múltiplo o submúltiplo decimal), que puede elevarse a una potencia positiva o negativa y que se puede combinar con otros símbolos de unidades para formar símbolos de unidades compuestas (véase 3.2.2).

Ejemplos:

$$\begin{aligned} 1 \text{ cm}^3 &= (10^{-2}\text{m})^3 = 10^{-6}\text{m}^3 \\ 1 \mu\text{s}^{-1} &= (10^{-6}\text{s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1} \\ 1 \text{ kA/m} &= (10^3\text{A})\text{m} = 10^3 \text{ A/m} \end{aligned}$$

NOTA 16

Teniendo en cuenta que el nombre de la unidad básica de masa, el kilogramo, contiene ya el nombre del prefijo Si "kilo", los nombres de los múltiplos y submúltiplos decimales de la unidad de masa se forman añadiendo los prefijos a la palabra "gramo"; por ejemplo, miligramo (mg) en lugar de microkilogramo (i kg).

3.2.5 Ortografía de los nombres de las unidades en lengua inglesa

Cuando hay diferencias en la ortografía de los nombres de las unidades en inglés, se usa la ortografía según el Diccionario inglés de Oxford (Oxford: Clarendon Press). Ello no implica preferencia sobre la ortografía usada en otros países de lengua inglesa.

3.3 Números

3.3.1 Impresión de números

Los números deben imprimirse en caracteres romanos (rectos).

Para facilitar la lectura de los números de muchas cifras, éstas pueden separarse en grupos apropiados, preferentemente de tres cifras, a contar desde el signo decimal en uno y otro sentido; los grupos deben ir separados por un pequeño espacio, pero nunca por un punto, una coma u otro signo.

3.3.2 Signo decimal

El signo decimal es una coma en la parte baja de la línea. Si el valor absoluto de un número es inferior a la unidad, el signo decimal debe ir precedido de un cero.

NOTA

En los textos en inglés, puede utilizarse en lugar de una coma. Si se utiliza un punto deberá ir en la parte baja de la línea. Según una decisión de la ISO, el signo decimal es una coma en todos sus documentos.

3.3.3 Multiplicación de números

El signo de multiplicación es un aspa (x) o un punto situado a media altura de la línea (•).

NOTAS

18 Cuando se emplea un punto a media altura de la línea como símbolo de multiplicación, debe emplearse una coma como signo decimal. Cuando se emplea un punto como signo decimal, debe emplearse un aspa como símbolo de multiplicación.

19 En los documentos ISO no se utiliza el punto como signo de multiplicación entre números.

3.4 Expresión de las magnitudes

En la expresión de una magnitud, el símbolo de la unidad debe situarse después del valor numérico, dejando un espacio entre ambos. Adviértase que, de acuerdo con esta regla, al expresar una temperatura Celsius, debe haber un espacio antes del símbolo °C para grados Celsius.

Las únicas excepciones a esta regla ocurren al usar las unidades grado, minuto y segundo para el ángulo plano, en cuyo caso no se dejará ningún espacio entre el valor numérico y el símbolo de la unidad.

Cuando la magnitud a expresar es una suma o una diferencia de magnitudes, se deben usar paréntesis para combinar los valores numéricos, situando el símbolo de la unidad común tras el valor numérico completo o bien escribir la expresión como la suma o la diferencia de la expresión de las magnitudes.

Ejemplos:

$$l = 12 \text{ m} - 7 \text{ m} = (12 - 7) \text{ m} = 5 \text{ m}$$

$$t = 28,4 \text{ °C} \pm 0,2 \text{ °C} = (28,4 \pm 0,2) \text{ °C} \text{ (no } 28,4 \pm 0,2 \text{ °C)}$$

$$\dot{e} = 220 \times (1 \pm 0,02) \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

3.5 Símbolos de los elementos químicos y de los nucleidos

Los símbolos de los elementos químicos deben imprimirse en caracteres romanos (rectos), cualesquiera sean los caracteres utilizados en el contexto. El símbolo no va seguido de un punto, salvo en caso de puntuación normal, por ejemplo al final de una frase.

Ejemplos:

H He C Ca

Las Normas NB-ISO 31:8, anexo A y NB-ISO 31:9, anexo A, contienen una lista completa de los nombres y símbolos de los elementos químicos.

Los índices superiores o inferiores que afectan al símbolo de un nucleido o de una molécula tienen los significados y posiciones siguientes:

El número nucleónico (número másico) de un nucleido se coloca en posición superior izquierda, por ejemplo,



El número de átomos de un nucleido en una molécula se coloca en posición inferior derecha, por ejemplo,



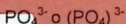
El número de protones (número atómico) puede indicarse en la posición inferior izquierda, por ejemplo,



Un estado de excitación o ionización puede indicarse, si es necesario, en la posición superior derecha.

Ejemplos:

Estado de ionización:



Estado electrónico excitado: He^* , NO^* Estado nuclear excitado:



3.6 Signos y símbolos matemáticos

Los signos y símbolos matemáticos cuyo empleo se recomienda en las ciencias físicas y en la técnica están contenidos en la Parte 11 de la Norma NB-ISO 31.

3.7 Alfabeto griego (caracteres rectos e inclinados)

alpha	A	α	A	α
beta	B	β	B	β
gamma	Γ	γ	Γ	γ
delta	Δ	δ	Δ	δ
épsilon	E	ε, ϵ	E	ε, ϵ
zeta	Z	ζ	Z	ζ
eta	H	η	H	η
theta	Θ	ϑ, θ	Θ	ϑ, θ
iota	I	ι	I	ι
kappa	K	χ, κ	K	χ, κ
lambda	Λ	λ	Λ	λ
mu	M	μ	M	μ
nu	N	ν	N	ν
xi	Ξ	ξ	Ξ	ξ
omicron	O	o	O	o
pi	Π	π, ϖ	Π	π, ϖ
rho	P	ρ, ϱ	P	ρ, ϱ
sigma	Σ	σ	Σ	σ
tau	T	τ	T	τ
ípsilon	Υ	υ	Υ	υ
phi (fi)	Φ	ϕ, ϕ	Φ	ϕ, ϕ
chi	X	χ	X	χ
psi	Ψ	ψ	Ψ	ψ
omega	Ω	ω	Ω	ω

Forma de situar las letras minúsculas griegas en relación con la línea base de impresión.

α β γ δ ε, ϵ ζ η ϑ, θ ι χ, κ λ μ ν ξ o π, ϖ ρ, ϱ σ τ υ ϕ, ϕ χ ψ ω

ANEXO A (Informativo)

Guía para los términos utilizados en los nombres de las magnitudes físicas

A.1 Introducción

Cuando no existe ningún nombre particular para una magnitud física, éste se forma generalmente por combinación de términos tales como coeficiente, factor, parámetro, razón, constante, etc. Paralelamente, adjetivos como específico, densidad molar, etc. se añaden a los nombres de las magnitudes físicas para designar otras magnitudes conexas o derivadas. Igual que en la elección de un símbolo apropiado, la formación del nombre de una magnitud física puede necesitar algunas recomendaciones.

No es intención de esta guía imponer reglas estrictas ni eliminar las frecuentes desviaciones utilizadas en los diversos lenguajes científicos.

Sin embargo, parece útil hacer algunas recomendaciones para el empleo de estos términos. De esta manera es posible dar, para el nombre asignado a una magnitud determinada, información complementaria sobre su naturaleza. Es de esperar que se sigan estas recomendaciones cuando se introduzcan nuevos nombres de magnitudes y que, en la formación de nuevos términos y en la revisión de términos antiguos, se examinen con espíritu crítico las desviaciones a estas recomendaciones.

NOTA

La mayoría de los ejemplos de este anexo están sacados de la práctica existente y no intentan ser recomendaciones.

A.2 Coeficientes, factores

Cuando, en ciertas condiciones, una magnitud A es proporcional a una magnitud B , aquélla puede expresarse bajo la forma de producto $A = k \cdot B$. La magnitud k , que aparece en esta ecuación como un multiplicador, se suele llamar coeficiente o factor.

A.2.1 El término coeficiente debería utilizarse cuando las dos magnitudes A y B tienen dimensiones diferentes.

Ejemplos:

Coeficiente de Hall: A_H

Coeficiente de dilatación lineal: α_l

Coeficiente de difusión: D

$$E_H = A_H (B \times J)$$

$$dI/I = \alpha_l dT$$

$$J = -D \text{ grad } \varphi$$

NOTA 21

El término *módulo* se emplea a veces en lugar de coeficiente.

Ejemplo: Módulo de elasticidad: E

$$\sigma = E \epsilon$$

A.2.2 El término *factor* debería emplearse cuando las dos magnitudes tienen las mismas dimensiones. Por tanto, un factor es un multiplicador adimensional.

Ejemplos:

Factor de acoplamiento: k

Factor de calidad: Q

Factor de fricción: μ

$$L_{mn} = K \sqrt{L_m L_n}$$

$$|X| = QR$$

$$F = \mu F_n$$

A.3 Parámetros, números, relaciones

A.3.1 La combinación de magnitudes físicas que aparecen como tales en las ecuaciones se consideran frecuentemente como nuevas magnitudes. Tales magnitudes se llaman, a veces, parámetros.

Ejemplo:

Parámetro de Grüneisen: γ $\gamma = \alpha_v / \chi c_v e$

A.3.2 Algunas combinaciones adimensionales de magnitudes físicas, como las que aparecen en la descripción de los fenómenos de transferencia, se llaman números característicos e incluyen en sus nombres la palabra *número*.

Ejemplos:

Número de Reynolds: Re $Re = evl/\eta$
 Número de Prandtl: Pr $Pr = \eta C_p/\hat{a}$

A.3.3 Los cocientes adimensionales entre dos magnitudes, que aparecen bajo esta forma en las ecuaciones, se llaman frecuentemente *relaciones*.

Ejemplos:

Relación de capacidades caloríficas: γ $\gamma = C_p / C_v$
 Relación de difusión térmica: k_T $k_T = D_T/D$
 Relación de movilidad: b $b = \mu/\mu_s$

NOTAS

A veces, la palabra fracción se utiliza para las relaciones inferiores a 1.

Ejemplos:

Fracción másica: W_b $W_b = m_b / \sum m_A$
 Fracción de empaquetamiento: f $f = \Delta_r / A$

El término índice se usa, a veces, en lugar de relación. No se recomienda la extensión de este uso.

Ejemplo:

Índice de refracción: n $n = c_0/c$

A.4 Niveles

El logaritmo del cociente entre una magnitud, F , y un valor, F_0 , de referencia de esa magnitud se llama *nivel*.

Ejemplo:

Nivel de una magnitud de campo: L_f $L_f = \ln (F/F_0)$

A.5 Constantes

A.5.1 Una magnitud física que tiene el mismo valor bajo cualquier circunstancia se llama constante universal. Su nombre, si no existe un nombre especial, incluye explícitamente el

término "constante".

Ejemplos:

Constante de gravitación: G

Constante de Planck: h

A.5.2 Una magnitud física que, para una sustancia particular tiene el mismo valor en todas las circunstancias, se llama constante de esa sustancia. De nuevo, si no existe nombre especial, el nombre de tal magnitud incluye el término "constante".

Ejemplo:

Constante de desintegración para un nucleido particular: λ

A.5.3 También se utiliza a veces la palabra "constante" para designar a ciertas magnitudes físicas que no toman el mismo valor en circunstancias particulares o que resultan de cálculos matemáticos. No se recomienda la extensión de este uso.

Ejemplos:

Constante de equilibrio para una reacción química (que varía con la temperatura): K_p

Constante de Madelung para una red particular: $\dot{a}$.

A.6 Términos de aplicación general

A.6.1 Los adjetivos másico o específico se añaden al nombre de una magnitud para designar el cociente de esta magnitud por la masa.

Ejemplos:

Capacidad calorífica másica, capacidad calorífica específica: c

$$c = C/m$$

Volumen másico, volumen específico: v

$$v = V/m$$

Entropía másica, entropía específica: s

$$s = S/m$$

Actividad másica, actividad específica: a

$$a = A/m$$

A.6.2 El adjetivo volumétrico o el término densidad se antepone al nombre de una magnitud para indicar el cociente de esta magnitud por el volumen (véase también el numeral A.6.4).

Ejemplos:

Masa volumétrica, densidad másica²⁾: e

$$e = m/V$$

Carga volumétrica, densidad de carga: e

$$e = Q/V$$

Energía volumétrica, densidad de energía: w

$$w = w/V$$

Número volumétrico, densidad numérica: n

$$n = N/V$$

A.6.3 El adjetivo lineal o el término densidad lineal se antepone al nombre de una magnitud para indicar el cociente de tal magnitud por una longitud.

Ejemplos:

Masa lineal, densidad másica lineal²⁾: e_l

$$e_l = m/l$$

Corriente eléctrica lineal, densidad lineal de corriente eléctrica: A

$$A = I/b$$

²⁾ El término másica se omite frecuentemente

NOTA 24

El término lineal se añade también al nombre de una magnitud simplemente para distinguirla de otras magnitudes similares.

Ejemplos:

Recorrido medio lineal: R

Recorrido medio másico: R_m

Coefficiente de dilatación lineal: α_l

Coefficiente de dilatación cúbica: α

Coefficiente de atenuación lineal: μ

Coefficiente de atenuación másica: μ_m

$$R = \sum R_i / n$$

$$R = \sum R_i m_i / m$$

$$\alpha_l = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT}$$

$$\alpha = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT}$$

$$\mu = \frac{1}{J} \frac{dJ}{dx}$$

$$\mu_m = \frac{1}{m} \frac{dm}{dx}$$

A.6.4 El término densidad superficial se antepone al nombre de una magnitud escalar para indicar el cociente de esta magnitud por una superficie.

Ejemplos:

Densidad másica superficial²⁾: e_A

$$e_A = m/A$$

Densidad superficial de carga: σ

$$\sigma = Q/A$$

El término densidad se añade al nombre de una magnitud que expresa un flujo o una corriente para indicar el cociente de dicha magnitud por una superficie (véase también el numeral A.6.2).

Ejemplos:

Densidad de flujo térmico: q

$$q = \phi / A$$

Densidad de corriente eléctrica: J

$$J = I / A$$

Densidad de flujo magnético: B

$$B = \phi / A$$

A.6.5 El término molar se añade al nombre de una magnitud para indicar el cociente de esta magnitud por una cantidad de sustancia.

Ejemplos:

Volumen molar: V_m

$$V_m = V/n$$

Energía interna molar: U_m

$$U_m = U/n$$

Masa molar: M

$$M = m/n$$

A.6.6 El término concentración se antepone al nombre de una magnitud, especialmente para un constituyente de una mezcla, para indicar el cociente de esta magnitud por el volumen total.

Ejemplos:

Concentración en cantidad de sustancia del componente B³⁾: C_B

$$C_B = n_B / V$$

Concentración molecular del componente B: C_B

$$C_B = N_B / V$$

Concentración en masa del componente B: e_B

$$e_B = m_B / V$$

El término concentración espectral se utiliza para denotar una función de distribución espectral (véase la Norma NB-ISO 31:6, introducción, numeral 0.5.1).

³⁾ El término cantidad de sustancia se omite frecuentemente

Anexo B (Informativo)

Guía para el redondeo de números

B.1 Redondear consiste en reemplazar un número dado por otro número llamado número redondeado, seleccionado entre la serie de múltiplos enteros del intervalo de redondeo elegido.

Ejemplos:

1 Intervalo de redondeo: 0,1

Múltiplos enteros: 12,1; 12,2; 12,3; 12,4; etc.

2 Intervalo de redondeo: 10

Múltiplos enteros: 1 210, 1 220, 1 230, 1 240, etc.

B.2 Si no hay más que un solo múltiplo entero que sea el más próximo al número dado, es este múltiplo el que se toma como número redondeado.

Ejemplos:

1 Intervalo de redondeo: 0,1

Número dado	Número redondeado
12,223	12,2
12,251	12,3
12,275	12,3

2 Intervalo de redondeo: 10

Número dado	Número redondeado
1 222,3	1 220
1 225,1	1 230
1 227,5	1 230

B.3 Si existen dos múltiplos enteros igualmente próximos a un número dado, pueden seguirse dos reglas diferentes:

Regla A: El múltiplo entero de rango par se elige como número redondeado.

Ejemplos:

1 Intervalo de redondeo: 0,1

Número dado	Número redondeado
12,25	12,2
12,35	12,4

2 Intervalo de redondeo: 10

Número dado	Número redondeado
1 225,0	1 220
1 235,0	1 240

Regla B: El múltiplo entero de rango más elevado se elige como número redondeado.

Ejemplos:

1 Intervalo de redondeo: 0,1

Número dado	Número redondeado
12,25	12,3
12,35	12,4

2 Intervalo de redondeo: 10

Número dado	Número redondeado
1 225,0	1 230
1 235,0	1 240

NOTA 25

La regla A es generalmente preferible y particularmente ventajosa cuando se trata, por ejemplo, de series de medidas, de tal manera que se minimizan los errores de redondeo.

La regla B se utiliza frecuentemente en ordenadores.

B.4 El redondeo en etapas sucesivas, aplicando las reglas precedentes, puede conducir a errores; por tanto, se recomienda redondear una sola vez.

Ejemplo:

12,251 debe redondearse a 12,3 y no, una primera vez en 12,25 y a continuación 12,2.

B.5 Las reglas precedentes sólo deben aplicarse cuando no haya que tener en cuenta criterios especiales para la elección del número redondeado. En los casos en que es necesario tomar en consideración exigencias de seguridad o límites especificados, puede convenir, por ejemplo, hacer el redondeo en un solo sentido.

B.6 El intervalo de redondeo debe indicarse.

Anexo C (Informativo)

Organizaciones internacionales en el campo de magnitudes y unidades

C.1 BIPM - CGPM - CIPM

El Centro Internacional de Pesas y Medidas (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM) fue establecido por la Convención del Metro (Convention du Mètre) firmada en París el 20 de mayo de 1875 y está situado en el Pabellón de Breteuil, en Sèvres, Francia. Su presupuesto es cubierto por los estados miembros de la Convención del Metro. El objetivo del BIPM es asegurar, a nivel mundial, la armonización de las mediciones físicas.

El BIPM opera bajo la exclusiva supervisión del Comité Internacional de Pesas y Medidas (Comité International des Poids et Mesures, CIPM), formado por 18 científicos de los diferentes estados miembros.

El CIPM opera bajo la autoridad de la Conferencia General de Pesas y Medidas (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM), formada por los delegados de los estados miembros de la Convención del Metro, y que se reúne, actualmente, cada cuatro años. Las responsabilidades de la CGPM son:

- tomar las medidas necesarias para asegurar la propagación y mejora del Sistema Internacional de Unidades (SI), sucesor del Sistema Métrico;
- sancionar los resultados de las determinaciones metroológicas fundamentales;
- adoptar decisiones importantes en relación con la organización y desarrollo del BIPM.

El CIPM ha establecido desde 1927 ocho Comités Consultivos (Comités Consultatifs) para aconsejarle en asuntos especiales y para proponer recomendaciones, para coordinar el trabajo internacional realizado en sus áreas respectivas.

C.2 OIML - BIML - CIML

La Organización Internacional de Metrología Legal (Organisation Internationale de Métrologie Légale, OIML) se fundamenta en una Convención internacional establecida en 1955. En 1 de enero de 1992, el número de países miembros era 49 y el de países correspondientes, 34. Los principales objetivos de esta organización intergubernamental son:

- establecer los principios generales de la Metrología Legal;
- estudiar los problemas de Metrología Legal de carácter legislativo y reglamentario; establecer borradores modelo para las leyes de reglamentos sobre instrumentos de medición.

Los organismos de la OIML son:

- El Centro Internacional de Metrología Legal (Bureau International de Métrologie Légale, BIML) situado en París, Francia;
- el Comité Internacional de Metrología Legal (Comité International de Métrologie Légale, CIML);
- la Conferencia Internacional de Metrología Legal (Conférence Internationale de Métrologie Légale), juntamente con varios comités técnicos (Secretariados piloto y Secretariados informativos).

C.3 ISO - ISO/TC 12

La Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization, ISO) es una federación mundial de instituciones nacionales de normalización. Se fundó en 1946. Los miembros de ISO son los organismos de normalización en los diferentes países. En 31 diciembre 1991, había 72 organismos miembros y 18 miembros correspondientes.

El Secretariado Central de ISO coordina las actividades de esta organización y está situado en Ginebra, Suiza.

En diciembre de 1991, existían 174 comités técnicos (technical committees, TC), 630 subcomités (subcommittees, SC) y 1837 grupos de trabajo (working groups, WG) dedicados al desarrollo de las Normas Internacionales ISO.

El trabajo de los comités técnicos de ISO ha dado como resultado la publicación de unas 8 200 Normas Internacionales. Los secretariados de los comités y subcomités están distribuidos entre los organismos miembros de ISO.

El Comité Técnico 12 de ISO, ISO/TC 12, magnitudes, unidades, símbolos, factores de conversión es el que ISO ha designado para desarrollar las Normas Internacionales sobre magnitudes y unidades en Ciencia y Tecnología. El ISO/TC 12 se creó en 1947 y su secretariado fue establecido en Dinamarca. En 1992, dicho Secretariado ha sido trasferido a Suecia.

Las Normas Internacionales ISO 31 (14 partes) e ISO 1000, así como el Manual de Normas ISO 2 son el resultado del trabajo de este comité.

C.4 IEC - IEC/TC 25

La Comisión Internacional de Electrotecnia (International Electrotechnical Commission, IEC) fue fundada en 1906. A ella corresponde aprobar las normas, a nivel mundial, en ingeniería eléctrica y electrónica. En 1 enero 1992, participaban en la IEC comités nacionales de 42 países.

La Oficina central de la IEC está situada junto al Secretariado central de la ISO en Ginebra, Suiza. Las normas son preparadas por 84 comités técnicos, 117 subcomités y unos 750 grupos de trabajo.

El Comité Técnico 25 de IEC, IEC/TC 25, magnitudes, unidades y sus símbolos tiene como objetivo la preparación de Normas Internacionales sobre magnitudes y unidades usadas en la tecnología eléctrica. Tales normas pueden tratar de sus definiciones, nombres, símbolos y uso, de las relaciones en que aparecen y de los signos y símbolos con ellas usados.

Publicaciones: IEC 27 Letter symbols to be used in electrical technology, Partes 1 a 4.

C.5 IUPAP - SUN

La Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (Internacional Unión of Pure and Applied Physics, IUPAP) se creó en 1922, en Bruselas. Sus objetivos son, entre otros, los siguientes:

- estimular la cooperación internacional en Física; - promover acuerdos internacionales sobre el uso de símbolos, unidades, nomenclatura y normas.

En cada país, la IUPAP está representada por un comité nacional. En 1 enero 1992, el número de países miembros era 43. La Asamblea General dirige el trabajo de la Unión, elige al Comité Ejecutivo y establece las Comisiones necesarias para el trabajo de la Unión.

En 1931, se creó la Comisión de Símbolos, Unidades y Nomenclatura (SUN Commission) para impulsar, a nivel internacional, acuerdos y recomendaciones en el campo de símbolos, unidades y nomenclatura. En 1978, la IUPAP decidió fusionar la Comisión SUN con la de Masas Atómicas y Constantes Fundamentales. La publicación más reciente es IUPAP-25 (1987) titulada *Symbols, Units, Nomenclature and Fundamental Constants in Physics*, publicada en 1987 en sustitución de UIP 20 (1878).

C.6 IUPAC – IDCNS

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC), fundada en 1919, es la organización internacional que representa a la química frente a las otras disciplinas de la Ciencia. Sus objetivos son:

- promover una continua cooperación entre los químicos de sus países miembros;
- estudiar asuntos de importancia internacional para la química pura y aplicada que necesiten regulación, normalización o codificación;
- cooperar con otras organizaciones internacionales ocupadas en asuntos de naturaleza química; — contribuir al avance de la química pura y aplicada en todos sus aspectos.

En 1 enero 1992, había 44 países miembros y, además, 13 países observadores⁹⁾. La IUPAC tiene, también, más de 5 000 químicos como miembros individuales. Su trabajo es dirigido por la Asamblea General que se reúne bianualmente, elige al Comité Ejecutivo y establece las comisiones necesarias.

La IUPAC tiene su Secretariado en Oxford, Reino Unido.

La IUPAC es reconocida mundialmente como la autoridad internacional en nomenclatura, terminología, símbolos, masas molares de los elementos químicos y materias conexas. Su Comisión 1.1, Símbolos, Terminología y Unidades, de la División de Química Física, es la responsable principal para las correspondientes recomendaciones al trabajo de ISO/TC 12, pero otras Comisiones (especialmente la Comisión VII.2, de la División de Química Clínica) contribuyen también. La labor de estas Comisiones está coordinada por el Comité Interdivisional de Nomenclatura y Símbolos (Interdivisional Committee on Nomenclature and Symbols, IDCNS).

Publicación: *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*. International Union of Pure and Applied Chemistry, Blackwell Scientific Publications, Oxford (1988).

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N° 24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, del Comité Mercosur de Normalización CMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.



Instituto Boliviano
de Normalización
y Calidad

Es miembro de:



International
Organization
for Standardization



International
Electrotechnical
Commission



Comisión
Panamericana de
Normas Técnicas



Comité
Andino de
Normalización



Asociación
Mercosur de
Normalización



Comité Nacional
del CODEX
Alimentarius

ORGANIZACIÓN
MUNDIAL
DEL COMERCIO



Punto Focal y
Centro de Información
ante la OMC - OTC

NUESTRAS DIRECCIONES:

LA PAZ

Av. Busch N° 1196 - Miraflores
Teléfonos: (591-2) 2223738
2223777 - 2223666
Fax: (591-2) 2223410
Casilla: 5034
e-mail: info@ibnorca.org

COCHABAMBA

Av. D'Orbigni N° 1814
(acera Norte)
Esq. Villa de Oropeza
Teléfonos: (591-4) 4409080
4405772
Fax: (591-4) 4121476
e-mail: info@ibnorca.org

SANTA CRUZ

Av. Virgen de Cotoca Esq. Av. Japón
N° 3876 - Zona La Bélgica
(3° anillo externo)
Teléfonos: (591-3) 3474688
3113380
e-mail: info@ibnorca.org

SUCRE

Calle España N° 130
Telefax: (591-4) 6456424
Casilla: 33
e-mail: info@ibnorca.org

TARIJA

Calle Bolívar N° 233
(entre Calle Suipacha
y Méndez)
Telefax: (591-4) 6663506
e-mail: info@ibnorca.org

ORURO

Calle Potosí esq.
Adolfo Mier N° 1495 - 1° Piso
Telefax: (591-2) 5287474
Fax: (591-2) 5277604
e-mail: info@ibnorca.org