

**I. DISPOSICIÓN XERAIS****MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO E COMERCIO**

**2625** *Corrección de erros e erratas do Real decreto 2032/2009, do 30 de decembro, polo que se establecen as unidades legais de medida.*

Advertidos erros e erratas relativos á escritura de símbolos e caracteres no Real decreto 2032/2009, do 30 de decembro, polo que se establecen as unidades legais de medida, publicado no «Boletín Oficial del Estado» número 18, do 21 de xaneiro de 2010, procédese a publicar de novo o anexo completo:

**ANEXO**

## Capítulo I

**Unidades básicas do SI**

## 1. Enumeración das unidades básicas do SI

1. As magnitudes ás cales se refiren e o nome e símbolo das unidades básicas do SI son as seguintes:

*Táboa 1*

## Unidades SI básicas

Magnitude	Nome da unidade	Símbolo da unidade
lonxitude	metro	m
masa	quilogramo	kg
tempo, duración	segundo	s
corrente eléctrica	ampere	A
temperatura termodinámica	kelvin	K
cantidade de substancia	mol	mol
intensidade luminosa	candela	cd

## 2. Definicións das unidades básicas do SI

As definicións das unidades básicas do SI son as seguintes:

2.1. Unidade de lonxitude (metro, m): o metro é a lonxitude do traxecto percorrido no baleiro pola luz durante un tempo de  $1/299\,792\,458$  de segundo.

De aquí resulta que a velocidade da luz no baleiro é igual a 299 792 458 metros por segundo exactamente,  $c_0 = 299\,792\,458$  m/s.

2.2. Unidade de masa (quilogramo, kg): o quilogramo é a unidade de masa; é igual á masa do prototipo internacional do quilogramo, adoptado pola terceira Conferencia Xeral de Pesos e Medidas en 1901.

2.3. Unidade de tempo (segundo, s): o segundo é a duración de 9 192 631 770 períodos da radiación correspondente á transición entre os dous niveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de cesio 133.

De aquí resulta que a frecuencia da transición hiperfina do estado fundamental do átomo de cesio é igual a 9 192 631 770 hertz,  $\nu(\text{hfs Cs}) = 9\,192\,631\,770$  Hz. Esta definición refírese a un átomo de cesio en repouso, a unha temperatura de 0 K.

2.4. Unidade de intensidade de corrente eléctrica (ampere, A): o ampere é a intensidade dunha corrente constante que, manténdose en dous condutores paralelos, rectilíneos, de

lonxitude infinita, de sección circular desprezable e situados a unha distancia de 1 metro un do outro, no baleiro, produciría entre estes condutores unha forza igual a  $2 \times 10^{-7}$  newtons por metro de lonxitude.

De aquí resulta que a constante magnética,  $\mu_0$ , tamén coñecida como permeabilidade do baleiro, é exactamente igual a  $4\pi \times 10^{-7}$  henry por metro,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  H/m.

2.5. Unidade de temperatura termodinámica (kelvin, K): o kelvin, unidade de temperatura termodinámica, é a fracción  $1/273,16$  da temperatura termodinámica do punto triplo da auga. Esta definición refírese a unha auga dunha composición isotópica definida polas seguintes relacións de cantidade de substancia: 0,000 155 76 moles de  $^2\text{H}$  por mol de  $^1\text{H}$ , 0,000 379 9 moles de  $^{17}\text{O}$  por mol de  $^{16}\text{O}$  e 0,002 005 2 moles de  $^{18}\text{O}$  por mol de  $^{16}\text{O}$ .

De aquí resulta que a temperatura termodinámica do punto triplo da auga é igual a 273,16 kelvins exactamente,  $T_{\text{tpw}} = 273,16$  K.

2.6. Unidade de cantidade de substancia (mol, mol): o mol é a cantidade de substancia dun sistema que contén tantas entidades elementais como átomos hai en 0,012 quilogramos de carbono 12. Esta definición refírese a átomos de carbono 12 non ligados, en repouso e no seu estado fundamental.

Cando se empregue o mol, débense especificar as entidades elementais, que poden ser átomos, moléculas, ións, electróns ou outras partículas ou grupos especificados de tales partículas.

De aquí resulta que a masa molar do carbono 12 é igual a 12 g por mol, exactamente,  $M(^{12}\text{C}) = 12$  g/mol.

2.7. Unidade de intensidade luminosa (candela, cd): a candela é a intensidade luminosa, nunha dirección dada, dunha fonte que emite unha radiación monocromática de frecuencia  $540 \times 10^{12}$  hertz e cuxa intensidade enerxética na dita dirección é de  $1/683$  watts por estereorradián.

De aquí resulta que a eficacia luminosa espectral dunha radiación monocromática de frecuencia igual a  $540 \times 10^{12}$  hertz é igual a 683 lumens por watt, exactamente,  $K=683$  lm/W = 683 cd sr/W.

## Capítulo II

### Unidades SI derivadas

1. As unidades derivadas fórmanse a partir de produtos de potencias de unidades básicas. As unidades derivadas coherentes son produtos de potencias de unidades básicas nas cales non intervén ningún factor numérico máis que o 1. As unidades básicas e as unidades derivadas coherentes do SI forman un conxunto coherente, denominado conxunto de unidades SI coherentes.

2. O número de magnitudes utilizadas no campo científico non ten límite; por tanto, non é posible establecer unha lista completa de magnitudes e unidades derivadas. Porén, a táboa 2 presenta algúns exemplos de magnitudes derivadas e das unidades derivadas coherentes correspondentes, expresadas directamente en función das unidades básicas.

Táboa 2

Exemplos de unidades SI derivadas coherentes expresadas a partir das unidades básicas

Magnitude derivada		Unidade SI derivada coherente	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
área, superficie	A	metro cadrado	m <sup>2</sup>
volumen	V	metro cúbico	m <sup>3</sup>
velocidade	v	metro por segundo	m/s
aceleración	a	metro por segundo cadrado	m/s <sup>2</sup>
número de ondas	$\sigma, \bar{\nu}$	metro á potencia menos un	m <sup>-1</sup>
densidade, masa en volume	$\rho$	quilogramo por metro cúbico	kg/m <sup>3</sup>

Magnitude derivada		Unidade SI derivada coherente	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
densidade superficial	$\rho A$	quilogramo por metro cadrado	kg/m <sup>2</sup>
volumen específico	$v$	metro cúbico por quilogramo	m <sup>3</sup> /kg
densidade de corrente	$j$	ampere por metro cadrado	A/m <sup>2</sup>
campo magnético	$H$	ampere por metro	A/m
concentración de cantidade de substancia <sup>(a)</sup> , concentración	$c$	mol por metro cúbico	mol/m <sup>3</sup>
concentración máscica	$\rho, \gamma$	quilogramo por metro cúbico	kg/m <sup>3</sup>
luminancia	$L_v$	candela por metro cadrado	cd/m <sup>2</sup>
índice de refracción <sup>(b)</sup>	$n$	un	1
permeabilidade relativa <sup>(b)</sup>	$\mu_r$	un	1

(a) No campo da química clínica, esta magnitude chámase tamén concentración de substancia.

(b) Son magnitudes adimensionais ou magnitudes de dimensión un. O símbolo «1» da unidade (o número «un») xeralmente omítese cando se indica o valor das magnitudes adimensionais.

3. Por conveniencia, certas unidades derivadas coherentes recibiron nomes e símbolos especiais. Recóllense na táboa 3. Estes nomes e símbolos especiais pódense empregar cos nomes e cos símbolos das unidades básicas ou derivadas para expresar as unidades doutras magnitudes derivadas. Algúns exemplos diso figuran na táboa 4. Os nomes e símbolos especiais son unha forma compacta de expresar combinacións de unidades básicas de uso frecuente, pero en moitos casos serven tamén para recordar a magnitude en cuestión. Os prefixos SI pódense empregar con calquera dos nomes e símbolos especiais, pero ao facer isto a unidade resultante non será unha unidade coherente. Na última columna das táboas 3 e 4 amósase como se poden expresar as unidades SI mencionadas en función das unidades SI básicas. Nesta columna, os factores da forma m<sup>0</sup>, kg<sup>0</sup> etc., que son iguais a 1, non se amosan explicitamente.

Táboa 3

## Unidades SI derivadas coherentes con nomes e símbolos especiais

Magnitude derivada	Unidade SI derivada coherente <sup>(a)</sup>			
	Nome	Símbolo	Expresión mediante outras unidades SI	Expresión en unidades SI básicas
ángulo plano	radián <sup>(b)</sup>	rad	1 <sup>(b)</sup>	m/m
ángulo sólido	estereorradián <sup>(b)</sup>	sr <sup>(c)</sup>	1 <sup>(b)</sup>	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
frecuencia	hertz <sup>(d)</sup>	Hz	--	s <sup>-1</sup>
forza	newton	N	--	m kg s <sup>-2</sup>
presión, tensión	pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-2</sup>
enerxía, traballo, cantidade de calor	joule	J	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
potencia, fluxo enerxético	watt	W	J/s	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
carga eléctrica, cantidade de electricidade	coulomb	C	--	s A
diferenza de potencial eléctrico, forza electromotriz	volt	V	W/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
capacidade eléctrica	farad	F	C/V	m <sup>-2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>
resistencia eléctrica	ohm	Ω	V/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup> A <sup>-2</sup>
condutancia eléctrica	siemens	S	A/V	m <sup>-2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>3</sup> A <sup>2</sup>
fluxo magnético <sup>(g)</sup>	wéber	Wb	V s	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
densidade de fluxo magnético <sup>(h)</sup>	tesla	T	Wb/m <sup>2</sup>	kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
indutancia	henry	H	Wb/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
temperatura Celsius	grao Celsius <sup>(e)</sup>	°C	--	K

Magnitude derivada	Unidade SI derivada coherente <sup>(a)</sup>			
	Nome	Símbolo	Expresión mediante outras unidades SI	Expresión en unidades SI básicas
fluxo luminoso	lumen	lm	cd sr <sup>(c)</sup>	cd
iluminancia	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> cd
actividade dun radionúclido <sup>(f)</sup>	becquerel <sup>(d)</sup>	Bq	--	s <sup>-1</sup>
dose absorbida, enerxía máscica, (comunicada), kerma	gray	Gy	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
dose equivalente, dose equivalente ambiental, dose equivalente direccional, dose equivalente individual	siévert	Sv	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
actividade catalítica	katal	kat	--	s <sup>-1</sup> mol

(a) Os prefixos SI pódense empregar con calquera dos nomes e símbolos especiais, pero neste caso a unidade resultante non é unha unidade coherente.

(b) O radián e o estereorradián son nomes especiais do número un, que se poden usar para proporcionar información respecto á magnitude a que afectan. Na práctica, os símbolos rad e sr empréganse onde sexa apropiado, mentres que o símbolo da unidade derivada «un» xeralmente non se menciona cando se dan valores de magnitudes adimensionais.

(c) En fotometría mantense xeralmente o nome estereorradián e o símbolo sr, na expresión das unidades.

(d) O hertz só se utiliza para os fenómenos periódicos e o becquerel para os procesos estocásticos relacionados coa actividade dun radionúclido.

(e) O grao Celsius é o nome especial do kelvin empregado para expresar as temperaturas Celsius. O grao Celsius e o kelvin teñen a mesma magnitude, polo que o valor numérico dunha diferenza de temperatura ou dun intervalo de temperatura é idéntico cando se expresa en graos Celsius ou en kelvins. A temperatura Celsius  $t$  vén definida pola diferenza  $t = T - T_0$ , entre dúas temperaturas termodinámicas  $T$  e  $T_0$ , sendo  $T_0 = 273,15$  K.

(f) A actividade dun radionúclido chámase ás veces de forma incorrecta radioactividade.

(g) O fluxo magnético tamén se coñece como fluxo de indución magnética.

(h) A densidade de fluxo magnético tamén se coñece como indución magnética.

#### Táboa 4

Exemplos de unidades SI derivadas coherentes cuxos nomes e símbolos conteñen unidades SI derivadas coherentes con nomes e símbolos especiais

Magnitude derivada	Unidade SI derivada coherente		
	Nome	Símbolo	Expresión en unidades SI básicas
viscosidade dinámica	pascal segundo	Pa s	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-1</sup>
momento dunha forza	newton metro	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
tensión superficial	newton por metro	N/m	kg s <sup>-2</sup>
velocidade angular	radián por segundo	rad/s	m m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> = s <sup>-1</sup>
aceleración angular	radián por segundo cadrado	rad/s <sup>2</sup>	m m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup> = s <sup>-2</sup>
densidade superficial de fluxo térmico, irradiancia	watt por metro cadrado	W/m <sup>2</sup>	kg s <sup>-3</sup>
capacidade térmica, entropía	joule por kelvin	J/K	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
capacidade térmica máscica, entropía máscica	joule por quilogramo e kelvin	J/(kg K)	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
enerxía máscica	joule por quilogramo	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
condutividade térmica	watt por metro e kelvin	W/(m K)	m kg s <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup>
densidade de enerxía	joule por metro cúbico	J/m <sup>3</sup>	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-2</sup>
campo eléctrico	volt por metro	V/m	m kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
densidade de carga eléctrica	coulomb por metro cúbico	C/m <sup>3</sup>	m <sup>-3</sup> s A
densidade superficial de carga eléctrica	coulomb por metro cadrado	C/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> s A
densidade de fluxo eléctrico, desprazamento eléctrico	coulomb por metro cadrado	C/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> s A
permitividade	farad por metro	F/m	m <sup>-3</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>

Magnitude derivada	Unidade SI derivada coherente		
	Nome	Símbolo	Expresión en unidades SI básicas
permeabilidade	henry por metro	H/m	$\text{m kg s}^{-2} \text{A}^{-2}$
enerxía molar	joule por mol	J/mol	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{mol}^{-1}$
entropía molar, capacidade calorífica molar	joule por mol e kelvin	J/(mol K)	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
exposición (raios x e $\gamma$ )	coulomb por quilogramo	C/kg	$\text{kg}^{-1} \text{s A}$
taxa de dose absorbida	gray por segundo	Gy/s	$\text{m}^2 \text{s}^{-3}$
intensidade radiante	watt por estereorradián	W/sr	$\text{m}^4 \text{m}^{-2} \text{kg s}^{-3} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$
radiancia	watt por metro cadrado e estereorradián	W/(m <sup>2</sup> sr)	$\text{m}^2 \text{m}^{-2} \text{kg s}^{-3} = \text{kg s}^{-3}$
concentración de actividade catalítica	katal por metro cúbico	kat/m <sup>3</sup>	$\text{m}^{-3} \text{s}^{-1} \text{mol}$

4. Os valores de varias magnitudes diferentes pódense expresar mediante o mesmo nome e símbolo de unidade SI. Desta forma o joule por kelvin é o nome da unidade SI para a magnitude capacidade térmica así como para a magnitude entropía. Igualmente, o ampere é o nome da unidade SI tanto para a magnitude básica intensidade de corrente eléctrica como para a magnitude derivada forza magnetomotriz. Polo tanto, non abonda con utilizar o nome da unidade para especificar a magnitude. Esta regra é aplicable non só aos textos científicos e técnicos senón tamén, por exemplo, aos instrumentos de medida (é dicir, deben indicar tanto a unidade como a magnitude medida).

5. Unha unidade derivada pódese expresar de varias formas diferentes utilizando unidades básicas e unidades derivadas con nomes especiais: o joule, por exemplo, pódese escribir newton metro ou ben quilogramo metro cadrado por segundo cadrado. Esta liberdade alxébrica queda, en todo caso, limitada por consideracións físicas de sentido común e, segundo as circunstancias, certas formas poden resultar máis útiles ca outras. Na práctica, para facilitar a distinción entre magnitudes diferentes que teñen a mesma dimensión, préfirese o uso de certos nomes especiais de unidades ou combinacións de nomes. Usando esta liberdade, pódense elixir expresións que lembren como está definida a magnitude. Por exemplo, a magnitude momento dunha forza pódese considerar como o resultado do produto vectorial dunha forza por unha distancia, o que suxire empregar a unidade newton metro, a enerxía por unidade de ángulo aconsella empregar a unidade joule por radián etc. A unidade SI de frecuencia é o hertz, que implica ciclos por segundo, a unidade SI de velocidade angular é o radián por segundo e a unidade SI de actividade é o becquerel, que implica contas por segundo. Aínda que sería formalmente correcto escribir estas tres unidades como segundo á potencia menos un, o emprego de nomes diferentes serve para subliñar a diferente natureza das magnitudes consideradas. O feito de utilizar a unidade radián por segundo para expresar a velocidade angular e o hertz para a frecuencia, indica tamén que se debe multiplicar por  $2\pi$  o valor numérico da frecuencia en hertz para obter o valor numérico da velocidade angular correspondente en radiáns por segundo. No campo das radiacións ionizantes, a unidade SI de actividade é o becquerel en vez do segundo elevado á potencia menos un, e as unidades SI de dose absorbida e dose equivalente, respectivamente, son gray e siévert, en vez de joule por quilogramo. Os nomes especiais becquerel, gray e siévert introducíronse especificamente en atención aos perigos para a saúde humana que poderían resultar de erros no caso de que para identificar todas estas magnitudes se empregasen as unidades segundo á menos un e joule por quilogramo.

6. Certas magnitudes defínense por cociente de dúas magnitudes da mesma natureza; son por tanto adimensionais, ou ben a súa dimensión pódese expresar mediante o número un. A unidade SI coherente de todas as magnitudes adimensionais ou magnitudes de dimensión un é o número un, dado que esta unidade é o cociente de dúas unidades SI idénticas. O valor destas magnitudes exprésase por números e a unidade «un» non se menciona explicitamente. Como exemplo de tales magnitudes, pódense citar, o índice de refracción, a permeabilidade relativa ou o coeficiente de rozamento. Hai outras magnitudes definidas como un produto complexo e adimensional de magnitudes máis simples. Por

exemplo, entre os «números característicos» cabe citar o número de Reynolds  $Re = \rho v l / \eta$ , onde  $\rho$  é a densidade,  $\eta$  a viscosidade dinámica,  $v$  a velocidade e  $l$  a lonxitude. En todos estes casos, a unidade pódese considerar como o número un, unidade derivada adimensional. Outra clase de magnitudes adimensionais son os números que representan unha conta, como o número de moléculas, a dexeneración (número de niveis de enerxía) ou a función de partición en termodinámica estatística (número de estados accesibles termicamente). Todas estas magnitudes de reconto se consideran adimensionais ou de dimensión un e teñen por unidade a unidade SI un, incluso se a unidade das magnitudes que se contan non se pode describir como unha unidade derivada expresable en unidades básicas do SI. Para estas magnitudes, a unidade un poderíase considerar como outra unidade básica. Nalgúns casos, porén, a esta unidade asígnaselle un nome especial co fin de facilitar a identificación da magnitude en cuestión. Este é o caso do radián e do estereoradián. O radián e o estereoradián recibiron da CGPM un nome especial para a unidade derivada coherente un, co fin de expresar os valores do ángulo plano e do ángulo sólido, respectivamente, e en consecuencia figuran na táboa 3.

### Capítulo III

#### **Reglas de escritura dos símbolos e nomes das unidades, de expresión dos valores das magnitudes e para a formación dos múltiplos e submúltiplos decimais das unidades do SI**

##### 1. Reglas de escritura dos símbolos e nomes das unidades

1.1. Os símbolos das unidades imprímense en caracteres romanos (rectos), independentemente do tipo de letra empregada no texto adxacente. Escríbense en minúsculas excepto se derivan dun nome propio, caso en que a primeira letra é maiúscula. Como excepción permítese o uso da letra L en maiúscula ou l en minúscula como símbolos do litro, co fin de evitar a confusión entre a cifra 1 (un) e a letra l (ele).

1.2. Un prefixo de múltiplo ou submúltiplo, se se usa, forma parte da unidade e precede o símbolo da unidade, sen espazo entre o símbolo do prefixo e o símbolo da unidade. Un prefixo nunca se usa só e nunca se usan prefixos compostos.

1.3. Os símbolos das unidades son entidades matemáticas e non abreviaturas. Por tanto, non van seguidos dun punto, salvo ao final dunha frase, nin se usa o plural, nin se poden mesturar símbolos de unidades con nomes de unidades nunha mesma expresión, pois os nomes non son entidades matemáticas.

1.4. Para formar os produtos e cocientes dos símbolos das unidades, aplícanse as regras habituais de multiplicación ou de división alxébricas. A multiplicación débese indicar mediante un espazo ou un punto centrado a media altura ( $\cdot$ ), para evitar que certos prefixos se interpreten erroneamente como un símbolo de unidade. A división indícase mediante unha liña horizontal, unha barra oblicua ( $/$ ), ou mediante expoñentes negativos. Cando se combinan varios símbolos de unidades, hai que ter coidado para evitar toda ambigüidade, por exemplo utilizando corchetes ou parénteses, ou expoñentes negativos. Nunha expresión dada sen parénteses, non se debe empregar máis dunha barra oblicua, para evitar ambigüidades.

1.5. Non se permite empregar abreviaturas para os símbolos e nomes das unidades, como seg (por s ou segundo), mm cad. (por  $\text{mm}^2$  ou milímetro cadrado), cc (por  $\text{cm}^3$  ou centímetro cúbico) ou mps (por m/s ou metro por segundo). Desta forma evítanse ambigüidades e malentendidos respecto aos valores das magnitudes.

1.6. Os nomes das unidades imprímense en caracteres romanos (rectos) e considéranse como nomes (substantivos) comúns, empezan por minúscula (incluso cando o seu nome é o dun científico eminente e o símbolo da unidade comeza por maiúscula), salvo que se encontren situados ao comezo dunha frase ou nun texto en maiúsculas, como un título. Para cumprir esta regra, a escritura correcta do nome da unidade cuxo símbolo é  $^{\circ}\text{C}$  é «grao Celsius» (a unidade grao comeza pola letra g en

minúscula e o atributo Celsius comeza pola letra C en maiúscula, porque é un nome propio). Os nomes das unidades pódense escribir en plural.

1.7. Aínda que os valores das magnitudes se expresan xeralmente mediante os nomes e símbolos das unidades, se por calquera razón resulta máis apropiado o nome da unidade que o seu símbolo débese escribir o nome da unidade completo.

1.8. Cando o nome da unidade está combinado co prefixo dun múltiplo ou submúltiplo, non se deixa espazo nin se coloca guión entre o nome do prefixo e o da unidade. O conxunto formado polo nome do prefixo e o da unidade constitúe unha soa palabra.

1.9. Cando o nome dunha unidade derivada se forma por multiplicación de nomes de unidades individuais, convén deixar un espazo, un punto centrado a media altura ( $\cdot$ ), ou un guión para separar o nome de cada unidade.

## 2. Regras de escritura para expresar os valores das magnitudes

2.1. O valor dunha magnitude exprésase como o produto dun número por unha unidade: o número que multiplica a unidade é o valor numérico da magnitude expresada nesa unidade. O valor numérico dunha magnitude depende da unidade elixida. Así, o valor dunha magnitude particular é independente da elección de unidade, pero o seu valor numérico é diferente para unidades diferentes.

2.2. Os símbolos das magnitudes están formados xeralmente por unha soa letra en cursiva, pero pódese especificar información adicional mediante subíndices, superíndices ou entre parénteses. Así  $C$  é o símbolo recomendado para a capacidade calorífica,  $C_m$  para a capacidade calorífica molar,  $C_{m,p}$  para a capacidade calorífica molar a presión constante e  $C_{m,v}$  para a capacidade calorífica molar a volume constante.

2.3. Os símbolos das magnitudes só son recomendacións, mentres que é obrigatorio empregar os símbolos correctos das unidades. Cando, en circunstancias particulares, se prefira usar un símbolo non recomendado para unha magnitude dada, por exemplo para evitar unha confusión resultante do uso do mesmo símbolo para dúas magnitudes distintas hai que precisar claramente qué significa o símbolo.

2.4. Os símbolos das unidades trátanse como entidades matemáticas. Cando se expresa o valor dunha magnitude como produto dun valor numérico por unha unidade, o valor numérico e a unidade pódense tratar de acordo coas regras ordinarias da álgebra. Este procedemento constitúe o cálculo de magnitudes ou álgebra de magnitudes. Por exemplo, a ecuación  $T = 293 \text{ K}$  pódese escribir tamén como  $T/K = 293$ .

2.5. Ao igual que o símbolo dunha magnitude non implica a elección dunha unidade particular, o símbolo da unidade non se debe utilizar para proporcionar información específica sobre a magnitude e non debe nunca ser a única fonte de información respecto da magnitude. As unidades non deben ser modificadas con información adicional sobre a natureza da magnitude; este tipo de información debe acompañar o símbolo da magnitude e non o da unidade.

2.6. O valor numérico precede sempre a unidade e sempre se deixa un espazo entre o número e a unidade. Así, o valor dunha magnitude é o produto dun número por unha unidade, considerándose o espazo como signo de multiplicación (igual que o espazo entre unidades). As únicas excepcións a esta regra son os símbolos de unidade do grao, o minuto e o segundo de ángulo plano,  $^\circ$ ,  $'$  e  $''$ , respectivamente, para os cales non se deixa espazo entre o valor numérico e o símbolo de unidade. Esta regra implica que o símbolo  $^\circ\text{C}$  para o grao Celsius debe ir precedido dun espazo para expresar o valor da temperatura Celsius  $t$ .

2.7. En calquera expresión, só se emprega unha unidade. Unha excepción a esta regra é a expresión dos valores de tempo e ángulo plano expresados mediante unidades fóra do SI. Porén, para ángulos planos, é preferible xeralmente dividir o grao de forma decimal. Así, escribirase  $22,20^\circ$  mellor que  $22^\circ 12'$ , salvo en campos como a navegación, a cartografía, a astronomía, e para a medida de ángulos moi pequenos.

2.8. O símbolo utilizado para separar a parte enteira da súa parte decimal denomínase «separador decimal». O símbolo do separador decimal é a coma, na propia liña de escritura.

Se o número está comprendido entre +1 e -1, o separador decimal vai sempre precedido dun cero.

2.9. Os números con moitas cifras pódense repartir en grupos de tres cifras separadas por un espazo, co fin de facilitar a lectura. Estes grupos non se separan nunca por puntos nin por comas. Nos números dunha táboa, o formato non debe variar nunha mesma columna.

2.10. A unidade SI coherente das magnitudes sen dimensión ou magnitudes de dimensión un é o número un, símbolo 1. Os valores destas magnitudes exprésanse simplemente mediante números. O símbolo de unidade 1 ou o nome de unidade «un» non se menciona explicitamente e non existe símbolo particular nin nome especial para a unidade un, salvo algunhas excepcións que se indican nas táboas. Como os símbolos dos prefixos SI non se poden unir ao símbolo 1 nin ao nome de unidade «un», para expresar os valores de magnitudes adimensionais particularmente grandes ou particularmente pequenas empréganse as potencias de 10. Nas expresións matemáticas, o símbolo % (por cento), recoñecido internacionalmente, pódese utilizar co SI para representar o número 0,01. Polo tanto, pódese usar para expresar os valores de magnitudes sen dimensión. Cando se emprega, convén deixar un espazo entre o número e o símbolo %. Cando se expresan desta forma os valores de magnitudes adimensionais, é preferible utilizar o símbolo % mellor que a expresión «por cento». Cando se expresan valores de fraccións adimensionais (por exemplo fracción máscica, fracción en volume, incerteza relativa etc.), ás veces resulta útil empregar o cociente entre dúas unidades do mesmo tipo. O termo «ppm» que significa  $10^{-6}$  en valor relativo ou  $1 \times 10^{-6}$  ou «partes por millón» ou millonésimas, úsase tamén. Cando se emprega algún dos termos %, ppm etc., é importante declarar cal é a magnitude sen dimensión cuxo valor se está especificando.

### 3. Regras para a formación dos múltiplos e submúltiplos decimais das unidades do SI

3.1. Os múltiplos e submúltiplos decimais das unidades SI fórmanse por medio de prefixos que designan os factores numéricos decimais polos cales se multiplica a unidade e que figuran na columna «factor» da táboa 5.

Táboa 5

#### Prefixos SI

Prefixos SI <sup>(a)</sup>					
Factor	Nome	Símbolo	Factor	Nome	Símbolo
$10^1$	deca	da	$10^{-1}$	deci	d
$10^2$	hecto	h	$10^{-2}$	centi	c
$10^3$	quilo	k	$10^{-3}$	mili	m
$10^6$	mega	M	$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^9$	xiga	G	$10^{-9}$	nano	n
$10^{12}$	tera	T	$10^{-12}$	pico	p
$10^{15}$	peta	P	$10^{-15}$	fento	f
$10^{18}$	exa	E	$10^{-18}$	ato	a
$10^{21}$	zeta	Z	$10^{-21}$	zepto	z
$10^{24}$	iota	Y	$10^{-24}$	iocto	y

<sup>(a)</sup> Os prefixos SI representan estritamente potencias de 10. Non se deben utilizar para expresar potencias de 2 (por exemplo, un quilobit representa 1000 bits e non 1024 bits). Os prefixos adoptados para as potencias binarias non pertencen ao SI. Os nomes e símbolos utilizados para os prefixos correspondentes a  $2^{10}$ ,  $2^{20}$ ,  $2^{30}$ ,  $2^{40}$ ,  $2^{50}$  e  $2^{60}$  son, respectivamente, quibi, Ki; mebi, Mi; xibi, Gi; tebi, Ti; pebi, Pi e exbi, Ei. Así, por exemplo, un quibibyte escríbese: 1 KiB =  $2^{10}$  B = 1024 B. Estes prefixos pódense empregar no campo da tecnoloxía da información co fin de evitar un uso incorrecto dos prefixos SI.



3.2. Os símbolos dos prefixos escríbense en caracteres romanos (rectos), como os símbolos das unidades, independentemente do tipo de letra do texto adxacente, e únense aos símbolos das unidades, sen deixar espazo entre o símbolo do prefixo e o da unidade. Con excepción de da (deca), h (hecto) e k (quilo), todos os símbolos de prefixos de múltiplos se escriben con maiúsculas e todos os símbolos de prefixos de submúltiplos se escriben con minúsculas. Todos os nomes dos prefixos se escriben con minúsculas, salvo ao comezo dunha frase.

3.3. O grupo formado por un símbolo de prefixo e un símbolo de unidade constitúe un novo símbolo de unidade inseparable (formando un múltiplo ou un submúltiplo da unidade en cuestión) que pode ser elevado a unha potencia positiva ou negativa e que se pode combinar con outros símbolos de unidades compostas.

Exemplos:

$$2,3 \text{ cm}^3 = 2,3 (\text{cm})^3 = 2,3 (10^{-2} \text{ m})^3 = 2,3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ cm}^{-1} = 1 (\text{cm})^{-1} = 1 (10^{-2} \text{ m})^{-1} = 10^2 \text{ m}^{-1} = 100 \text{ m}^{-1}$$

$$1 \text{ V/cm} = (1 \text{ V})/(10^{-2} \text{ m}) = 10^2 \text{ V/m} = 100 \text{ V/m}$$

$$5000 \mu\text{s}^{-1} = 5000 (\mu\text{s})^{-1} = 5000 (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 5 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$$

3.4. Os nomes dos prefixos son inseparables dos nomes das unidades ás cales se unen. Así, por exemplo, milímetro, micropascal e meganewton escríbense nunha soa palabra. Os símbolos de prefixos compostos; é dicir, os símbolos de prefixos formados por xustaposición de dous ou máis símbolos de prefixos, non están permitidos, por exemplo débese escribir nm (nanómetro) e non m $\mu$ m. Esta regra aplícase tamén aos nomes dos prefixos compostos. Os símbolos dos prefixos non se poden utilizar sos ou unidos ao número 1, símbolo da unidade un. Igualmente, os nomes dos prefixos non se poden unir ao nome da unidade un, é dicir á palabra «un».

3.5. Os nomes e símbolos de prefixos empréganse con algunhas unidades fóra do SI, pero nunca se utilizan con unidades de tempo: minuto, min; hora, h; día, d. Os astrónomos usan o milisegundo de arco (ou de grao), símbolo «mas», e o microsegundo de arco, símbolo « $\mu$ as», como unidades de medida de ángulos moi pequenos.

3.6. Entre as unidades básicas do Sistema Internacional, a unidade de masa é a única cuxo nome, por razóns históricas, contén un prefixo. Os nomes e os símbolos dos múltiplos e submúltiplos decimais da unidade de masa fórmanse engadindo os nomes dos prefixos á palabra «gramo» e os símbolos destes prefixos ao símbolo da unidade «g».

## Capítulo IV

### Outras unidades

1. A táboa 6 inclúe as unidades non pertencentes ao SI cuxo uso co Sistema Internacional está aceptado, dado que son amplamente utilizadas na vida cotiá e cada unha delas ten unha definición exacta en unidades SI. Inclúe as unidades tradicionais de tempo e de ángulo. Contén tamén a hectárea, o litro e a tonelada, que son todas de uso corrente a nivel mundial, e que difiren das unidades SI coherentes correspondentes nun factor igual a unha potencia enteira de dez. Os prefixos SI empréganse con varias destas unidades, pero non coas unidades de tempo.

Táboa 6

Unidades non pertencentes ao SI cuxo uso é aceptado polo Sistema Internacional e están autorizadas

Magnitude	Nome da unidade	Símbolo	Valor en unidades SI
tempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 60 min = 3600 s
	día	d	1 d = 24 h = 86 400 s

Magnitude	Nome da unidade	Símbolo	Valor en unidades SI
ángulo plano	grao <sup>(a, b)</sup>	°	1° = (π/180) rad
	minuto	'	1' = (1/60)° = (π/ 10 800) rad
	segundo <sup>(c)</sup>	"	1" = (1/60)' = (π/ 648 000) rad
área	hectárea	ha	1 ha = 1 hm <sup>2</sup> = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
volumen	litro <sup>(d)</sup>	L, l	1 L = 1 l = 1 dm <sup>3</sup> = 10 <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
masa	tonelada	t	1 t = 10 <sup>3</sup> kg

(a) Recoméndase que o grao se divida de forma decimal, mellor que utilizando o minuto e o segundo. Porén, para a navegación e a topografía, a vantaxe de utilizar o minuto reside no feito de que un minuto de latitude na superficie da Terra corresponde (aproximadamente) a unha milla náutica.

(b) O gon (o grao centesimal, onde grao centesimal é o nome alternativo de gon) é unha unidade de ángulo plano alternativa ao grao, definida como (π/200) rad. Un ángulo recto corresponde por tanto a 100 gon. O valor potencial do gon na navegación é que a distancia entre o Polo e o Ecuador da Terra é igual a uns 10 000 km; 1 km na superficie da Terra subtende pois un ángulo dun centígon desde o centro da Terra. O gon é en todo caso raramente empregado (se se emprega no manexo de teodolitos e estacións totais, en aplicacións topográficas e de enxeñaría civil).

(c) En astronomía, os ángulos pequenos mídense en segundos de arco (é dicir, segundos de ángulo plano), mili-, micro ou picosegundos de arco (símbolos: as ou ″, mas, μs e pas, respectivamente). O segundo de arco ou o segundo de grao son outros nomes do segundo de ángulo plano.

(d) Os dous símbolos «l» minúsculo e «L» maiúsculo son utilizables para a unidade litro. Recoméndase a utilización do «L» maiúsculo para evitar o risco de confusión entre a letra l (ele) e a cifra 1 (un).

2. As unidades da táboa 7 están ligadas ás constantes fundamentais e o seu valor en unidades do SI determínase experimentalmente e, por tanto, teñen unha incerteza asociada. A excepción da unidade astronómica, todas as unidades da táboa están ligadas a constantes fundamentais da física. Acéptase o uso co SI das tres primeiras unidades da táboa: o electronvolt, símbolo eV, o dalton ou unidade de masa atómica unificada, símbolo Da ou u, e a unidade astronómica, símbolo ua.

3. Os dous sistemas de unidades máis importantes baseados nas constantes fundamentais son: o sistema de unidades naturais (u.n.), utilizado no campo da física de altas enerxías e de partículas, e o sistema de unidades atómicas (u.a.), utilizado en física atómica e en química cuántica. A táboa 7 recolle o valor experimentalmente obtido en unidades SI. Dado que os sistemas de magnitudes sobre os que se basean estas unidades difiren de forma fundamental do SI non se empregan con el. O resultado final dunha medida ou dun cálculo expresado en unidades naturais ou atómicas débese tamén indicar sempre na unidade SI correspondente. As unidades naturais (u.n.) e as unidades atómicas (u.a.) empréganse unicamente nos campos particulares da física de partículas, da física atómica e da química cuántica. As incertezas típicas das últimas cifras significativas figuran entre parénteses despois de cada valor numérico.

Táboa 7

Unidades non pertencentes ao SI cuxo valor en unidades SI se obtén experimentalmente

Magnitude	Nome da unidade	Símbolo	Valor en unidades SI <sup>(a)</sup>
Unidades utilizadas co SI			
enerxía	electronvolt <sup>(b)</sup>	eV	1 eV = 1,602 176 487 (40) × 10 <sup>-19</sup> J
masa	dalton <sup>(c)</sup>	Da	1 Da = 1,660 538 782 (83) × 10 <sup>-27</sup> kg
	unidade de masa atómica unificada	u	1 u = 1 Da
lonxitude	unidade astronómica <sup>(d)</sup>	ua	1 ua = 1,495 978 706 91 (6) × 10 <sup>11</sup> m
Unidades naturais u.n.			
velocidade (velocidade da luz no baleiro)	unidade natural de velocidade	c <sub>0</sub>	299 792 458 m/s (exacto)
acción (constante de Planck reducida)	unidade natural de acción	ħ	1,054 571 628 (53) × 10 <sup>-34</sup> J s
masa (masa do electrón)	unidade natural de masa	m <sub>e</sub>	9,109 382 15 (45) × 10 <sup>-31</sup> kg
tempo	unidade natural de tempo	ħ/(m <sub>e</sub> c <sub>0</sub> <sup>2</sup> )	1,288 088 6570 (18) × 10 <sup>-21</sup> s

Magnitude	Nome da unidade	Símbolo	Valor en unidades SI <sup>(a)</sup>
Unidades atómicas u.a.			
carga (carga eléctrica elemental)	unidade atómica de carga	$e$	$1,602\ 176\ 487\ (40) \times 10^{-19}\ \text{C}$
masa (masa do electrón)	unidade atómica de masa	$m_e$	$9,109\ 382\ 15\ (45) \times 10^{-31}\ \text{kg}$
acción (constante de Planck reducida)	unidade atómica de acción	$\hbar$	$1,054\ 571\ 628\ (53) \times 10^{-34}\ \text{J s}$
lonxitude, bohr (raio de Bohr)	unidade atómica de lonxitude	$a_0$	$0,529\ 177\ 208\ 59\ (36) \times 10^{-10}\ \text{m}$
enerxía hartree (enerxía de Hartree)	unidade atómica de enerxía	$E_h$	$4,359\ 743\ 94\ (22) \times 10^{-18}\ \text{J}$
tempo	unidade atómica de tempo	$\hbar/E_h$	$2,418\ 884\ 326\ 505\ (16) \times 10^{-17}\ \text{s}$

(a) Os valores en unidades SI de todas as unidades da táboa, excepto a unidade astronómica, proveñen da relación de valores de constantes fundamentais recomendados por CODATA (2006). A incerteza típica referida ás dúas últimas cifras indicase entre parénteses. Os valores subministrados son revisados periodicamente.

(b) O electronvolt é a enerxía cinética adquirida por un electrón tras atravesar unha diferenza de potencial de 1 V no baleiro. O electronvolt combínase a miúdo cos prefixos SI.

(c) O dalton (Da) e a unidade de masa atómica unificada (u) son outros nomes (e símbolos) para a mesma unidade, igual a 1/12 da masa do átomo de  $^{12}\text{C}$  libre, en repouso e no seu estado fundamental. O dalton combínase a miúdo con prefixos SI, por exemplo para expresar a masa de grandes moléculas en quilodaltons, kDa ou megadaltons, MDa e para expresar o valor de pequenas diferenzas de masa de átomos ou de moléculas en nanodaltons, nDa, e incluso en picodaltons, pDa.

(d) A unidade astronómica é aproximadamente igual á distancia media entre o Sol e a Terra. É o raio dunha órbita newtoniana circular non perturbada arredor do Sol, dunha partícula de masa infinitesimal, desprazándose a unha velocidade media de 0,017 202 098 95 radiáns por día (chamada tamén constante de Gauss).

4. A táboa 8 contén unidades non pertencentes ao SI utilizadas para responder a necesidades específicas de certos grupos. Quen empregue as unidades da táboa 8 debe indicar sempre a súa definición en unidades SI. A táboa 8 cita tamén as unidades das magnitudes logarítmicas, o néper, o bel e o decibel. Estas son unidades adimensionais e empréganse para proporcionar información sobre a natureza logarítmica do cociente de magnitudes. O néper, Np, utilízase para expresar o valor dos logaritmos neperianos (ou naturais) de relacións entre magnitudes,  $\ln = \log_e$ . O bel e o decibel, B e dB,  $1\ \text{dB} = (1/10)\ \text{B}$ , empréganse para expresar o valor de logaritmos de base 10 de cocientes entre magnitudes,  $\lg = \log_{10}$ . As unidades néper, bel e decibel acéptanse para o seu uso co SI pero non se consideran unidades SI. Os prefixos SI utilízanse con dúas das unidades da táboa 8, isto é co bar (por exemplo milibar, mbar) e co bel, en particular o decibel, dB. Na táboa menciónase explicitamente o decibel, xa que o bel raramente se usa sen este prefixo.

Táboa 8

Outras unidades non pertencentes ao SI de aplicación exclusiva en sectores específicos

Magnitude	Nome da unidade	Símbolo	Valor en unidades SI
presión	bar <sup>(a)</sup>	bar	$1\ \text{bar} = 0,1\ \text{MPa} = 100\ \text{kPa} = 10^5\ \text{Pa}$
	milímetro de mercurio <sup>(b)</sup>	mmHg	$1\ \text{mmHg} \approx 133,322\ \text{Pa}$
lonxitude	ångström <sup>(c)</sup>	Å	$1\ \text{Å} = 0,1\ \text{nm} = 100\ \text{pm} = 10^{-10}\ \text{m}$
distancia	milla náutica <sup>(d)</sup>	M	$1\ \text{M} = 1852\ \text{m}$
superficie	barn <sup>(e)</sup>	b	$1\ \text{b} = 100\ \text{fm}^2 = (10^{-12}\ \text{cm})^2 = 10^{-28}\ \text{m}^2$
velocidade	nó <sup>(f)</sup>	kn	$1\ \text{kn} = (1852/3600)\ \text{m/s}$
logaritmo dun cociente	néper <sup>(g, i)</sup>	Np	[véxase a nota (j) respecto ao valor numérico do néper, do bel e do decibel]
	bel <sup>(h, i)</sup>	B	
	decibel <sup>(h, i)</sup>	dB	
potencia dos sistemas ópticos	dioptría <sup>(k)</sup>	--	$1\ \text{dioptría} = 1\ \text{m}^{-1}$
masa das pedras preciosas	quilate métrico <sup>(k)</sup>	--	$1\ \text{quilate métrico} = 2 \cdot 10^{-4}\ \text{kg}$
área ou superficie das superficies agrarias e dos predios	área <sup>(k)</sup>	a	$1\ \text{a} = 10^2\ \text{m}^2$

Magnitude	Nome da unidade	Símbolo	Valor en unidades SI
masa lonxitudinal das fibras téxtiles e dos fíos	tex <sup>(k)</sup>	tex	1 tex = 10 <sup>-6</sup> kg·m <sup>-1</sup>
ángulo plano	volta <sup>(k)</sup>	--	1 volta = 2π rad

(a) Todos os datos termodinámicos se refiren á presión normal dun bar. Antes de 1982, a presión normal era a atmosfera normal, igual a 1,013 25 bar ou 101 325 Pa.

(b) O milímetro de mercurio utilízase unicamente para a medida da presión sanguínea e doutros fluídos corporais.

(c) O ångström utilízase amplamente na cristalografía de raios X e en química estrutural porque todos os enlaces químicos se encontran no rango de 1 a 3 ångströms.

(d) A milla náutica é unha unidade empregada en navegación marítima e aérea para expresar distancias. Non hai símbolo acordado a nivel internacional, pero úsanse os símbolos M, NM, Nm e nmi; na táboa 8 só se indica o símbolo M. Esta unidade estableceuse na súa orixe, e aínda continúa empregándose así, porque unha milla náutica na superficie da Terra subtende aproximadamente un minuto de ángulo desde o centro da Terra, o que resulta conveniente cando se miden a latitude e a lonxitude en graos e minutos de ángulo.

(e) O barn é unha unidade de superficie empregada en física nuclear para caracterizar seccións eficaces.

(f) O nó defínese como unha milla náutica por hora. Non hai símbolo acordado a nivel internacional, pero úsase habitualmente o símbolo kn.

(g) A igualda de  $L_A = n \text{ Np}$  (onde  $n$  é un número) débese interpretar co significado  $\ln(A_2/A_1) = n$ . Así cando  $L_A = 1 \text{ Np}$ ,  $A_2/A_1 = e$ . O símbolo  $A$  úsase aquí para designar a amplitude dun sinal senoidal e  $L_A$  como o logaritmo neperiano dun cociente de amplitudes ou diferenza neperiana dun nivel de amplitudes.

(h) A igualdade  $L_x = m \text{ dB} = (m/10) \text{ B}$  (onde  $m$  é un número) débese interpretar con significado  $\lg(X/X_0) = m/10$ . Así cando  $L_x = 1 \text{ B}$ ,  $X/X_0 = 10$  e cando  $L_x = 1 \text{ dB}$ ,  $X/X_0 = 10^{1/10}$ . Se  $X$  representa un sinal cuadrático medio ou unha magnitude de tipo potencial,  $L_x$  denomínase nivel de potencia respecto a  $X_0$ .

(i) Cando se usan estas unidades, é importante indicar cal é a natureza da magnitude en cuestión e o valor de referencia empregado. Estas unidades non son unidades SI, pero acéptase o seu uso co SI.

(j) Non acostuma ser necesario precisar os valores numéricos do néper, do bel e do decibel (nin por tanto a relación do bel e do decibel ao néper). Isto depende da forma en que se definan as magnitudes logarítmicas.

(k) Esta unidade non está recollida nos documentos adoptados pola Conferencia Xeral de Pesos e Medidas