

QUADRO GERAL DAS UNIDADES DE MEDIDA

(A que se refere o art. 9.º do Decreto-lei n.º 240, de 28 de fevereiro de 1967)

Anexo ao Decreto

Este Quadro compreende quatro partes:

1. Sistema Internacional de Unidades
2. Outras Unidades
3. Constantes Físicas Gerais
4. Grafia e Emprego dos Números e dos Símbolos seguidas de um Apêndice. Observações e Recomendações Diversas

1. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

1.1 - O Sistema Internacional de Unidades, ratificado pela Undécima Conferência Geral de Pesos e Medidas, em 1960 (11ª CGPM/1960), é baseado nas seis unidades fundamentais de:

comprimento	metro	m
massa	quilograma	kg
tempo	segundo	s
intensidade de corrente elétrica		
ca	ampère	A
temperatura termodinâmica	kelvin	K
intensidade luminosa	candela	cd

1.2 - O Sistema Internacional de Unidades é simbolizado por SI, e compreende:

1.2.1 - O sistema coerente das unidades fundamentais acima, das unidades derivadas e das unidades suplementares, denominadas genericamente "Unidades do Sistema Internacional", ou, abreviadamente, "Unidades SI"

1.2.2 - Todos os múltiplos e submúltiplos decimais das unidades SI, os quais formam com estas um conjunto não coerente.

Desses múltiplos e submúltiplos, alguns têm nomes e símbolos especiais, que constam do quadro 1.5; entretanto, os seus nomes e símbolos são geralmente formados mediante o emprego de um prefixo adequado (quadro 1.4)

1.3 - Para as unidades elétricas e magnéticas, o SI é um sistema de unidades racionalizado, para o qual as constantes eletromagnéticas do vácuo,

velocidade da luz c

constante magnética μ_0

constante elétrica ϵ_0

têm os valores numéricos dados em 3.1 e 3.2

1.4 - Prefixos decimais

Prefixos		Fator pelo qual a unidade é multiplicada	
tera	T	10^{12}	= 1 000 000 000 000
giga	G	10^9	= 1 000 000 000
mega	M	10^6	= 1 000 000
quilo	k	10^3	= 1 000
hécto	h	10^2	= 100
deca	da	10	
deci	d	10^{-1}	= 0,1
centi	c	10^{-2}	= 0,01
mili	m	10^{-3}	= 0,001
micro	μ	10^{-6}	= 0,000 001
nano	n	10^{-9}	= 0,000 000 001
pico	p	10^{-12}	= 0,000 000 000 001
femto	f	10^{-15}	= 0,000 000 000 000 001
atto	a	10^{-18}	= 0,000 000 000 000 000 001

Nota 1. Para a unidade SI de massa, esses prefixos são empregados em relação ao submúltiplo grama = 0,001 kg

Nota 2. Esses prefixos são também empregados com os nomes especiais de múltiplos e submúltiplos decimais de unidades SI, e também com unidades que não pertencem ao SI

1.5 - Unidades do Sistema Internacional

Nº	Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições das unidades	Observações
1.5.1	COMPRIMENTO	metro	m	Comprimento igual a 1 650 763,73 comprimentos de onda, no vácuo, da radiação correspondente à transição entre os níveis $2p_{10}$ e $5d_5$ do átomo de criptônio 86	1) Definição ratificada pela 11ª CGPM/1960. 2) 10^{-10} m = <u>angstrom</u> Å
1.5.2	ÂNGULO PLANO	radiano	rad	Ângulo central que subtende um arco de círculo cujo comprimento é igual ao do respectivo raio	Nesta mesma unidade se mede também o <u>ângulo de fase</u> de uma grandeza periódica
1.5.3	ÂNGULO SÓLIDO	esterorradiano	sr	Ângulo sólido, com vértice no centro de uma esfera, que subtende na superfície da mesma, uma área medida pelo quadrado do raio dessa esfera	
1.5.4	ÁREA	metro quadrado	m ²	Área de um quadrado cujo lado tem comprimento igual a 1 metro	1) 10^4 m ² = <u>hectare</u> ha 2) 10^2 m ² = <u>are</u> a 3) 10^{-28} m ² = <u>barn</u> b
1.5.5	VOLUME	metro cúbico	m ³	Volume de um cubo cuja aresta tem comprimento igual a 1 metro	1) Nesta mesma unidade se mede também o <u>módulo de resistência</u> de uma seção plana 2) 10^{-3} m ³ = <u>litro</u> l Litro é uma denominação alternativa para decímetro cúbico, não sendo entretanto recomendado para exprimir volumes em medidas de grande precisão (12ª CGPM/1964)
1.5.6	NÚMERO DE ONDAS	um por metro	m ⁻¹	Número de ondas de um fenômeno periódico cujo comprimento de onda é igual a 1 metro	
1.5.7	MASSA	quilograma	kg	Massa do protótipo internacional do quilograma	1) Definição ratificada pela 3ª CGPM/1901 2) 10^3 kg = <u>tonelada</u> t 3) 10^{-3} kg = <u>grama</u> g
1.5.8	MASSA ESPECÍFICA	quilograma por metro cúbico	kg/m ³	Massa específica de um corpo homogêneo, do qual um volume igual a 1 metro cúbico tem massa igual a 1 quilograma	
1.5.9	TEMPO	segundo	s	Duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfines do estado fundamental do átomo de césio 133	Definição ratificada pela 13ª CGPM/1957
1.5.10	FREQUENCIA	hertz	Hz	Frequência de um fenômeno periódico cujo período tem a duração de 1 segundo	
1.5.11	INTERVALO DE FREQUENCIAS	oitava		Intervalo de duas frequências cuja relação é igual a 2	O número de oitavas de um intervalo de frequências é igual ao logaritmo de base 2 da relação entre as duas frequências extremas desse intervalo

1.5 - Unidades do Sistema Internacional (cont.)

Nº	Grandeza	Nome e símbolos das unidades	Definição das unidades	Observações	
1.5.12	VELOCIDADE	metro por segundo	m/s	Velocidade de um móvel que, animado de um movimento retilíneo uniforme, percorra uma distância igual a 1 metro, em cada segundo	
1.5.11	VELOCIDADE ANGULAR	radiano por segundo	rad/s	Velocidade angular de um móvel que, animado de um movimento de rotação uniforme, gira de um ângulo igual a 1 radiano, em cada segundo	Com esta unidade se mede também a <u>pulsação</u> de uma grandeza periódica
1.5.14	ACELERAÇÃO	metro por segundo por segundo	m/s ²	Aceleração de um móvel animado de um movimento retilíneo uniformemente variado, cuja velocidade varia à razão de 1 metro por segundo, em cada segundo	10 ⁻² m/s ² = <u>gal</u> Gal
1.5.15	ACELERAÇÃO ANGULAR	radiano por segundo por segundo	rad/s ²	Aceleração angular de um móvel animado de um movimento de rotação uniformemente variado, cuja velocidade angular varia à razão de 1 radiano por segundo, em cada segundo	
1.5.16	VAZÃO	metro cúbico por segundo	m ³ /s	Vazão de um fluido que se escoar em regime permanente, através de uma seção transversal do conduto, à razão de 1 metro cúbico em cada segundo	Esta grandeza é também chamada <u>descarga</u>
1.5.17	FLUXO (de massa)	quilograma por segundo	kg/s	Fluxo de massa de um fluido que se escoar em regime permanente, através de uma seção transversal do conduto, à razão de 1 quilograma em cada segundo	Esta grandeza é qualificada pelo nome do fluido cujo escoamento está sendo considerado, por exemplo, fluxo de vapor
1.5.18	MOMENTO DE INÉRCIA	quilograma-metro quadrado	kg m ²	Momento de inércia, em relação a um eixo, de um ponto material de massa igual a 1 quilograma, situado a 1 metro de distância do referido eixo	
1.5.19	MOMENTO CINÉTICO	quilograma-metro quadrado por segundo	kg m ² /s	Momento cinético, em relação a um eixo, de um corpo que gira em torno desse eixo com velocidade angular uniforme e igual a 1 radiano por segundo, e cujo momento de inércia, em relação ao mesmo eixo, é igual a 1 quilograma-metro quadrado	
1.5.20	FORÇA	newton	N	Fôrça que imprime a um corpo de massa igual a 1 quilograma, uma aceleração igual a 1 metro por segundo por segundo, na direção da fôrça	10 ⁻⁵ N = <u>dina</u> dyn
1.5.21	MOMENTO DE FORÇA	metro-newton	m N	Momento de uma fôrça constante e igual a 1 newton, em relação a um ponto situado a 1 metro de distância de sua linha de ação	Momento de fôrça e trabalho são grandezas homogêneas; entretanto, é usual mas não obrigatório distinguir, pela maneira de escrever, quando a unidade se refere a uma ou à outra grandeza, assim: m N e m kgf para momento N m e kgf m para trabalho

1.2.- Unidades do Sistema Internacional (cont.)

Nº	Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições das unidades	Observações
1.5.22	IMPULSO	newton-segundo	Ns	Impulso produzida por uma força constante e igual a 1 newton, atuando sobre um corpo durante 1 segundo	
1.5.23	PRESSÃO	newton por metro quadrado	N/m^2	Pressão exercida por uma força constante e igual a 1 newton, uniformemente distribuída sobre uma superfície plana de área igual a 1 metro quadrado, perpendicular à direção da força	<ol style="list-style-type: none"> 1) Nesta mesma unidade se mede também a <u>tensão mecânica</u> 2) Esta unidade pode ser também chamada <u>pascal</u> Pa 3) $10^5 N/m^2 = \text{bar}$ Ver o nº 1 do Apêndice
1.5.24	TENSÃO SUPERFICIAL	newton por metro	N/m	Tensão superficial de um líquido, em cuja superfície livre atua, perpendicularmente a uma direção qualquer, uma força uniformemente distribuída e igual a 1 newton, por metro de comprimento medido nessa direção	
1.5.25	VISCOSIDADE DINÂMICA	newton-segundo por metro quadrado	$\frac{Ns}{m^2}$	Viscosidade dinâmica de um fluido tal que, sob uma tensão tangencial constante e igual a 1 newton por metro quadrado, a velocidade adquirida pelo fluido diminui à razão de 1 metro por segundo, por metro de afastamento na direção perpendicular ao plano de deslizamento	<ol style="list-style-type: none"> 1) Quando não causar confusão, esta grandeza poderá ser chamada simplesmente <u>viscosidade</u> 2) Esta unidade pode ser também chamada <u>poiseuille</u> Pl 3) $10^{-1} Ns/m^2 = \text{poise}$ P
1.5.26	VISCOSIDADE CINEMÁTICA	metro quadrado por segundo	m^2/s	Viscosidade cinemática de um fluido, cuja viscosidade dinâmica é igual a 1 newton-segundo por metro quadrado, e cuja massa específica é igual a 1 quilograma por metro cúbico	$10^{-4} m^2/s = \text{stokes}$ St
1.5.27	ENERGIA	joule	J	Energia necessária para deslocar o ponto de aplicação de uma força constante e igual a 1 newton, numa distância igual a 1 metro, na sua direção	<ol style="list-style-type: none"> 1) Nesta mesma unidade se medem também o <u>trabalho</u> e a <u>quantidade de calor</u> 2) $10^{-7} J = \text{erg}$ 3) Nos circuitos de corrente alternada, esta unidade toma o nome de <u>volt-ampère-segundo</u> (VAs), ou de <u>watt-segundo</u> (Ws), ou de <u>var-segundo</u> (VArS), quando se refere à energia aparente, ou à energia ativa, ou à energia reativa do circuito, respectivamente
1.5.28	POTÊNCIA	watt	W	Potência desenvolvida quando se realiza, contínua e uniformemente, um trabalho igual a 1 joule, em cada segundo	<ol style="list-style-type: none"> 1) Nesta mesma unidade se mede também o <u>fluxo de energia</u> (sonora, térmica, luminosa, etc.) 2) Nos circuitos de corrente alternada, esta unidade toma o nome de <u>volt-ampère</u> (VA), ou de <u>var</u> (VAr), quando se refere à potência aparente ou à potência reativa do circuito, respectivamente, e conserva o nome de <u>watt</u> (W) quando se refere à potência ativa do circuito

N ^o	Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições das unidades	Observações
1.5.29	DENSIDADE DE FLUXO DE ENERGIA	watt por metro quadrado	W/m ²	Densidade de um fluxo de energia uniforme e igual a 1 watt, através de uma superfície de área igual a 1 metro quadrado, perpendicular à direção de propagação	Nesta mesma unidade se medem também a <u>intensidade sonora</u> , a <u>emissão energética</u> e o <u>aluminamento energético</u>
1.5.30	NÍVEL DE POTÊNCIA	bel	B	Unidade de uma escala numérica, cujos valores são dados pelo logaritmo decimal da relação entre o valor considerado de uma potência e um valor de potência tomado como referência	<p>Na prática é usado única e exclusivamente o submúltiplo <u>decibel (dB)</u>, com o qual se mede também toda grandeza N que pode ser expressa por uma equação do tipo</p> $N = 10 \log_{10} \frac{A_2}{A_1} \text{ dB}$ <p>na qual, A₂ e A₁ são duas grandezas de mesma espécie (pressões, tensões elétricas, correntes, etc.), e, k é um número determinado pela correlação matemática entre a grandeza A e a potência. Por exemplo, a <u>atenuação</u> e a <u>amplificação</u> de uma transmissão de energia eletromagnética, o <u>nível de intensidade sonora</u>, etc.</p>
1.5.31	INTENSIDADE DE CORRENTE	ampère	A	Intensidade da corrente elétrica invariável que, mantida em dois condutores retilíneos, paralelos, de comprimento infinito e de área de seção transversal insignificante, e situados no vácuo a 1 metro de distância um do outro, produz entre esses condutores uma força igual a 2.10 ⁻⁷ newtons, por metro de comprimento desses condutores	<p>1) Definição ratificada pela 9^a CGPM/1948</p> <p>2) Nesta mesma unidade se mede também a <u>força magnetomotriz</u>. Neste caso é permitido dar a unidade o nome <u>ampère-espira</u>, mas o símbolo não deve ser alterado</p>
1.5.32	QUANTIDADE DE ELETRICIDADE	coulomb	C	Quantidade de eletricidade que atravessa, durante 1 segundo, uma seção transversal qualquer de um condutor percorrido por uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampère	<p>1) Esta grandeza é também chamada <u>carga elétrica</u></p> <p>2) Nesta mesma unidade se mede também o <u>fluxo eletrostático</u></p>
1.5.33	TENSÃO ELÉTRICA	volt	V	Tensão elétrica existente entre duas seções transversais de um condutor percorrido por uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampère, quando a potência dissipada entre essas duas seções é igual a 1 watt	Nesta mesma unidade se medem também a <u>diferença de potencial elétrico</u> e a <u>força eletromotriz</u>
1.5.34	INTENSIDADE DE CAMPO ELÉTRICO	volt por metro	V/m	Intensidade de um campo elétrico uniforme e invariável, no qual se verifica uma diferença de potencial igual a 1 volt, entre dois pontos situados à distância de 1 metro um do outro, na direção do campo	Nesta mesma unidade se mede também o <u>gradiente de potencial elétrico</u>

1.2 - Unidades do Sistema Internacional (cont.)

Nº	Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições das unidades	Observações
3.5.35	CAPACITANCIA	farad		Capacitância de um elemento passivo de circuito, entre cujos terminais se manifesta uma tensão constante e igual a 1 volt, quando carregado com uma quantidade de electricidade invariável e igual a 1 coulomb	Esta unidade pode ser também definida como "a capacitância de um elemento passivo de circuito, no qual circula uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampere, quando a tensão elétrica aplicada aos seus terminais, varia uniformemente à razão de 1 volt em cada segundo"
3.5.36	INDUTANCIA	henry	H	Indutância de um elemento passivo de circuito, entre cujos terminais se induz uma tensão elétrica constante e igual a 1 volt, quando percorrido por uma corrente cuja intensidade varia uniformemente à razão de 1 ampere em cada segundo.	Nesta unidade se mede também a <u>indutância mútua</u> entre dois circuitos ou dois elementos de circuitos vizinhos
3.5.37	RESISTENCIA ELÉTRICA	ohm	Ω	Resistência elétrica de um elemento passivo de circuito, tal que uma diferença de potencial constante e igual a 1 volt, aplicada aos seus terminais, faz circular nesse elemento uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampere	1) Quando não causar confusão, esta grandeza poderá ser chamada simplesmente <u>resistência</u> 2) Nesta mesma unidade se medem também a <u>impedância</u> e a <u>reatância</u> dos circuitos de corrente alternada
3.5.38	RESISTIVIDADE	ohm.metro	$\Omega \cdot m$	Resistividade de um material homogêneo e isotrópico, do qual um cubo cuja aresta mede 1 metro de comprimento, apresenta uma resistência elétrica igual a 1 ohm, entre faces opostas	
3.5.39	RESISTIVIDADE DE MASSA	ohm-quilograma por metro quadrado	$\frac{\Omega \cdot kg}{m^2}$	Resistividade de massa de um material homogêneo e isotrópico, do qual um corpo de seção transversal uniforme, tendo comprimento igual a 1 metro e massa igual a 1 quilograma, apresenta entre suas extremidades uma resistência elétrica igual a 1 ohm.	Esta grandeza é também chamada <u>densiresistividade</u>
3.5.40	CONDUTANCIA	siemens	S	Condutância de um elemento passivo de circuito, tal que circulando uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampere, a diferença de potencial entre os terminais desse elemento é igual a 1 volt	1) Esta unidade é também chamada <u>mho</u> , com símbolo mho, sendo porém siemens o nome adotado oficialmente pela IEC. Ver o nº 2 do Apêndice 2) Nesta mesma unidade se medem também a <u>admitância</u> e a <u>susceptância</u> dos circuitos de corrente alternada
3.5.41	CONDUTIVIDADE	siemens por metro	S/m	Condutividade de um material homogêneo e isotrópico, do qual um cubo cuja aresta mede 1 metro de comprimento, apresenta uma condutância igual a 1 siemens entre faces opostas	É permitido exprimir a condutividade dos materiais condutores, em relação à condutividade de um material condutor padrão. Ver o nº 3 do Apêndice

1.5 - Unidades do Sistema Internacional (cont.)

Nº	Grandezas	Nomes e símbolos das unidades	Definições das unidades	Observações
1.5.42	INDUÇÃO MAGNÉTICA	tesla	T	1) $10^{-4} \text{ T} = \text{GEMSE C}$ 2) Esta unidade pode ser definida, de maneira equivalente, como a "Indução magnética de um campo magnético uniforme e invariável, tal que, entre as extremidades de um condutor retilíneo que se desloca na direção perpendicular ao campo com velocidade constante e igual a 1 metro por segundo, se induz uma tensão constante e igual a 1 volt, por metro de comprimento desse condutor"
1.5.43	FLUXO MAGNÉTICO	weber	Wb	
1.5.44	INTENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO	ampère por metro	A/m	Esta unidade pode ser chamada <u>ampère-espira por metro</u> , mas o símbolo não é alterado.
1.5.45	RELUTÂNCIA	ampère por weber	A/Wb	Esta unidade pode ser chamada <u>ampère-espira por weber</u> , mas o símbolo não é alterado.
1.5.46	TEMPERATURA TERMODINÂMICA	kelvin	K	1) Definição ratificada pela 13ª CGPM/1967 2) Esta grandeza é também chamada <u>temperatura absoluta</u> ou <u>temperatura Kelvin</u> 3) Na prática são consideradas as temperaturas referidas à "Escala Internacional Kelvin de Temperatura", ou, simplesmente, "Escala Kelvin". Ver o nº 4 do Apêndice 4) Nesta mesma unidade se mede também o <u>intervalo de temperaturas</u> , o qual pode ser também expresso em graus Celsius (13ª CGPM/1967)

A.2 - Unidades do Sistema Internacional (cont.)

Nº	Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições das unidades	Observações
1.5.47	GRADIENTE DE TEMPERATURA	kelvin por metro	K/m	Gradiente de temperatura uniforme, que se verifica em um meio homogêneo e isotrópico, quando a diferença de temperaturas entre dois pontos situados à distância de 1 metro um do outro, é igual a 1 kelvin	Esta grandeza pode ser também expressa em graus Celsius por metro °C/m
1.5.48	ENTROPIA	joule por kelvin	J/K	Entropia de um sistema homogêneo e isotrópico, cuja temperatura aumenta de 1 kelvin quando se lhe adiciona uma quantidade de calor igual a 1 joule	Esta grandeza pode ser também expressa em joules por grau Celsius J/°C
1.5.49	CALOR DE MASSA	joule por quilograma e por kelvin	$\frac{J}{kg \cdot K}$	Calor de massa de um sistema homogêneo e isotrópico, cuja temperatura aumenta de 1 kelvin quando se lhe adiciona calor à razão de 1 joule, para cada quilograma de sua massa	Esta grandeza pode ser também expressa em joules por quilograma e por graus Celsius J/(kg°C)
1.5.50	CONDUTIVIDADE TÉRMICA	watt por metro e por kelvin	$\frac{W}{m \cdot K}$	Condutividade térmica de um sistema homogêneo e isotrópico, no qual se verifica um gradiente de temperatura igual a 1 kelvin por metro, quando a densidade de fluxo de calor é igual a 1 watt por metro quadrado	Esta grandeza pode ser também expressa em watts por metro e por grau Celsius W/(m°C)
1.5.51	INTENSIDADE LUMINOSA	candela	cd	Intensidade luminosa, na direção perpendicular, de uma superfície plana de área igual a $\frac{1}{600\,000}$ metros quadrados, de um corpo negro à temperatura de solidificação da platina, sob pressão de 101 325 newtons por metro quadrado	Definição ratificada pela 13ª CGPM/1977
1.5.52	FLUXO LUMINOSO	lúmen	lm	Fluxo luminoso emitido no interior de um ângulo sólido igual a 1 esterorradiano, por uma fonte puntiforme de intensidade invariável e igual a 1 candela, de mesmo valor em todas as direções	
1.5.53	ILUMINAMENTO	lux	lx	Iluminamento de uma superfície plana, de área igual a 1 metro quadrado, que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a 1 lúmen, uniformemente distribuído	
1.5.54	LUMINÂNCIA	candela por metro quadrado	cd/m ²	Luminância, em uma direção determinada, de uma fonte com área emissiva igual a 1 metro quadrado, e cuja intensidade luminosa, na mesma direção, é igual a 1 candela	Esta unidade é também chamada nit

1.5 - Unidades do Sistema Internacional (cont.)

Nº	Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições das unidades	Observações
1.5.55	QUANTIDADE DE LUZ	lúmen-segundo	lm s	Quantidade de luz, durante 1 segundo, de um fluxo luminoso uniforme e igual a 1 lúmen	
1.5.56	EMITÂNCIA LUMINOSA	lúmen por metro quadrado	lm/m ²	Emitância luminosa de uma fonte superficial, que emite uniformemente um fluxo luminoso igual a 1 lúmen, por metro quadrado de sua área	
1.5.57	CONVERGÊNCIA	dioptria	di	Convergência de um sistema ótico, cuja distância focal é igual a 1 metro, no meio considerado	
1.5.58	EXCITAÇÃO LUMINOSA	lux-segundo	lx s	Excitação luminosa, durante 1 segundo, de uma superfície cujo iluminamento é igual a 1 lux	Nesta mesma unidade se mede também a <u>exposição luminosa</u>
1.5.59	EFICIÊNCIA LUMINOSA	lúmen por watt	lm/W	Eficiência luminosa de uma fonte, que dissipa 1 watt de potência, para cada lúmen de fluxo emitido	
1.5.60	INTENSIDADE ENERGÉTICA	watt por esterorradiano	W/sr	Intensidade energética de uma fonte, que emite um fluxo de energia uniforme e igual a 1 watt, de mesmo valor em todas as direções, no interior de um ângulo sólido igual a 1 esterorradiano	
1.5.61	LUMINÂNCIA ENERGÉTICA	watt por esterorradiano e por metro quadrado	$\frac{W}{sr m^2}$	Luminância energética, em uma direção determinada, de uma fonte superficial de intensidade energética igual a 1 watt por esterorradiano, por metro quadrado de sua área projetada sobre um plano perpendicular à direção considerada	
1.5.62	ATIVIDADE	um por segundo	s ⁻¹	Atividade de um material radioativo, no qual se produz uma desintegração em cada segundo	Na prática é usado única e exclusivamente o <u>curie</u> Ci Ver 2.2.14
1.5.63	EXPOSIÇÃO	coulomb por quilograma	C/kg	Exposição a uma radiação eletromagnética tal, que a emissão corpuscular que lhe é associada, produz no ar, em condições determinadas, ions portadores de uma quantidade de eletricidade igual a 1 coulomb, para cada quilograma da massa de ar considerada	Na prática é usado única e exclusivamente o <u>roentgen</u> R Ver 2.2.15
1.5.64	DOSE ABSORVIDA	joule por quilograma	J/kg	Energia absorvida de uma radiação eletromagnética ou corpuscular, por quilograma da massa do material sobre o qual incide	10 ⁻² J/kg = <u>rad</u>

2. OUTRAS UNIDADES

2.1 - São também legais:

2.1.1 - As unidades relacionadas em 2.2, bem como seus múltiplos e submúltiplos decimais

2.1.2 - As combinações adequadas dessas mesmas unidades, com ou sem unidades SI na combinação, por exemplo:

caloria por grau Celsius cal/°C
quilowatt-hora kWh

2.1.3 - As unidades de grandezas não mencionadas neste Quadro Geral, desde que não sejam combinações com unidades não permitidas.

Assim, por exemplo, será lícito usar toneladas-quilômetros, habitantes por quilômetro quadrado (mas não habitantes por milha quadrada), etc .

2.2 - Discriminação das Outras Unidades

Nº	Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições das unidades	Valores em unidades SI	Observações
2.2.1	COMPRIENTO	milha marítima		Comprimento do arco igual a 1 minuto do meridiano terrestre médio	1852 m	Valor arredondado por convenção internacional São também legais as unidades estabelecidas pela Astronomia para seu próprio campo de aplicação
2.2.2	ANGULO PLANO	grau	°	Fração 1/360 do círculo	$\pi/180$ rad	Nestas unidades se mede também o ângulo da fase de uma grandeza periódica Ver o nº 5 do Apêndice
		minuto	'	Fração 1/60 do grau	$\pi/10\ 800$ rad	
		segundo	"	Fração 1/60 do minuto	$\pi/648\ 000$ rad	
		milésimo		arc tg 0,001	0,001 rad (arredondado)	Na prática é usado o valor $\pi/3\ 200$ rad
2.2.3	MASSA	quilate		200 miligramas	$2 \cdot 10^{-4}$ kg	4ª CGPM/1907. Para uso exclusivo em joalheria
		unidade unificada de massa atômica	u	Fração 1/12 da massa de um átomo de carbono 12	(9,314 78 ± 0,000 15) 10 ⁻³¹ kg	A energia associada a esta unidade é igual a (National Bureau of Standards "Technical Note Bulletin", vol 47, nº 10, 175-177, out. 1963)
2.2.4	TEMPO	minuto	min	60 segundos	60 s	São também legais: 1) as unidades estabelecidas pela Astronomia para seu próprio campo de aplicação 2) As unidades estabelecidas pelas convenções do calendário civil
		hora	h	60 minutos	3 600 s	
		dia	d	24 horas	86 400 s	
2.2.5	VELOCIDADE	nó	nó	milha marítima por hora	1852/3600 m/s	
2.2.6	VELOCIDADE ANGULAR	rpm	rpm	Velocidade angular de um nó vel que, em movimento de rotação uniforme, gasta 1 minuto para dar uma volta completa	$\pi/30$ rad/s	

2.2 - Designação das Outras Unidades (cont.)

Nº	Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições das unidades	Valores em unidades SI	Observações
2.2.7	FORÇA	quilograma - ma-fôrça	kgf	Pêso do protótipo internacional do quilograma, quando submetido à ação da gravidade normal	9,806 65 N	Esta unidade é também chamada <u>quiloponda</u> kp Ver 2.1
2.2.8	PRESSÃO	atmosfera	atm	Pressão exercida por uma força igual a 101 325 newtons, uniformemente distribuída sobre uma superfície plana, de área igual a 1 metro quadrado	101 325 N/m ²	10ª CGPM/1954 Ver o nº 1 do Apêndice
		metro de água	mH ₂ O	Pressão exercida por uma coluna de água com 1 metro de altura	9 806,65 N/m ²	Valor exato, porém teórico Ver o nº 1 do Apêndice
		milímetro de mercúrio	mmHg	Pressão exercida por uma coluna de mercúrio com 1 milímetro de altura	133,322 N/m ²	Esta unidade é também chamada <u>torr</u> Ver o nº 1 do Apêndice
2.2.9	ENERGIA	caloria frigoría	cal fg			Ver o nº 6 do Apêndice
		elétron-volt	eV	Energia equivalente à variação de energia de um elétron, quando submetido a uma diferença de potencial igual a 1 volt	(1,592 10 ± 0,000 07) 10 ⁻¹⁹ J (Publicação IEC-27/1966)	
2.2.10	POTENCIA	cavalo-vapor	cv	Potência desenvolvida quando se realiza um trabalho igual a 75 quilogramas-fôrça metros em cada segundo	735,5 W	Valor arredondado. Ver o nº 7 do Apêndice
2.2.11	NIVEL DE AUDIBILIDADE	fon	fon	Nível de audibilidade de um som que, em ensaio de caráter psico-físico normalizado, é igualmente audível a um som de frequência igual a 1000 hertz e de nível de intensidade sonora igual a 1 decibel		
2.2.12	AUDIBILIDADE	sona	sona	Audibilidade de um som cujo nível de audibilidade é igual a 40 fons		

2.2 - Discriminação das Outras Unidades (cont.)

Nº	Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições das unidades	Valores em unidades SI	Observações
2.2.13	TEMPERATURA CELSIUS	grau Celsius	°C	Unidade da Escala Internacional Prática de Temperaturas (1948).	$t = T - 273,15$ em que $t =$ temperatura Celsius $T =$ temperatura Kelvin	Essa escala é também chamada <u>Escala Celsius</u> . O ponto zero da Escala Celsius é exatamente igual a 273,15 K da Escala Kelvin, sendo iguais os intervalos unitários nessas duas escalas.
2.2.14	ATIVIDADE	curie	Ci	Atividade de um material radioativo, no qual se produzem $3,7 \cdot 10^{10}$ desintegrações por segundo	$3,7 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1}$	12ª CGPM/1964
2.2.15	EXPOSIÇÃO	roentgen	R	Dose de exposição a uma radiação eletromagnética, tal que a emissão corpuscular que lhe é associada, por 0,001 293 gramas de ar, produz no ar ions portadores de uma quantidade de eletricidade de cada sinal, igual a $1/10c$ coulombs, onde c é a velocidade da luz no vácuo em m/s	$2,54 \cdot 10^{-4} \text{ C/kg}$	

3. CONSTANTES FÍSICAS GERAIS

3.1 - Valores exatos de definição

Aceleração normal da gravidade	$g_n = 9,806 65$	m/s^2	3ª CGPM/1901
Constante magnética do vácuo	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$	H/m	IEC - 1938
Pressão normal da atmosfera	$p_{atm} = 101 325$	N/m^2	10ª CGPM/1954
Temperatura do ponto triplice da água	$T = 273,16$	K	10ª CGPM/1954

3.2 - Valores ajustados

Nome	Símbolos	Valores		Limites do erro	Unidades	Observações
				\pm		
Carga elétrica elementar	e	1,602 10	10^{-19}	7	C	1. Salvo para a constante elétrica do vácuo, estes valores são transcritos do National Bureau of Standards "Technical News Bulletin", vol. 47, n. 10, 175-177, 1963 2. Os limites de erro indicados são baseados em três desvios padrão, e incidem sobre os últimos algarismos significativos do valor numérico indicado 3. mol é a quantidade de matéria de um sistema que contém um número de partículas elementares igual ao número de átomos contidos em 0,012 kg de carbono 12
Constante de Avogadro	N_A	6,022 52	10^{23}	28	mol^{-1}	
Constante de Boltzmann	k	1,380 54	10^{-23}	18	J/K	
Constante de Faraday	F	9,648 70	10^4	16	C/mol	
Constante de Planck	h	6,625 6	10^{-34}	5	J s	
Constante de Rydberg	R_∞	1,097 373 1	10^7	3	m^{-1}	
Constante de Stefan-Boltzmann	σ	5,669 7	10^{-8}	29	$W/(m^2 K^4)$	
Constante elétrica do vácuo $\epsilon_0 = 1/(c^2 \mu_0)$ Publicação IEC-27/1966	ϵ_0	8,854 19	10^{-12}	2	F/m	
Constante dos gases	R	8,314 3		12	J/(K mol)	
Constante de gravitação	G	6,670	10^{-11}	15	$N m^2/kg^2$	
Constantes de radiação: 1ª constante $c_1 = 2\pi^5 h^6 c^2$	c_1	3,741 5	10^{-16}	3	$W m^2$	
	c_2	1,438 79	10^{-2}	19	mK	
Massa de repouso do elétron	m_e	9,109 1	10^{-31}	4	kg	
Massa de repouso do nêutron	m_n	1,674 82	10^{-27}	8	kg	
Massa de repouso do próton	m_p	1,672 58	10^{-27}	8	kg	
Relação carga/massa do elétron	e/m_e	1,758 796	10^{11}	19	C/kg	
Relação quântica/carga do elétron	h/e	4,135 56	10^{-15}	12	J s/C	
Velocidade da luz no vácuo	c	2,997 925	10^8	3	m/s	
Volume normal do gás perfeito	V_0	2,241 36	10^{-2}	30	m^3/mol	

4. GRAFIA E EMPREGO DOS NÚMEROS E DOS SÍMBOLOS

A grafia e o emprego dos símbolos das unidades, e dos números que representam medidas de grandezas, devem ser obedecidas as regras gerais abaixo.

Os casos omissos, as particularidades e as exceções não previstas, serão resolvidas pelo Instituto Nacional de Pesos e Medidas.

4.1 - Não se admite o emprego de símbolos diferentes dos especificados neste Quadro Geral, nem que se coloque ponto (de abreviatura) ou "s" de plural nos símbolos de unidades.

4.2 - Não se recomenda o uso de prefixos decimais combinados, deve-se usar, por exemplo:

nF e não m μ F
pF e não $\mu\mu$ F
GWh e não M μ Wh.

4.3 - Nos símbolos de unidades compostas:

- a) a multiplicação é indicada pela justaposição dos símbolos das unidades componentes, devendo ser deixado um espaço, ou eventualmente usado um ponto, quando houver possibilidade de confusão; por exemplo:

kWh, VA, Ah; m/s = m s⁻¹ = m.s⁻¹ (e não ms⁻¹)

- b) a divisão pode ser indicada por qualquer expressão equivalente, usando-se parênteses quando houver possibilidade de confusão, por exemplo:

$$\frac{v}{sr^2} = v/(sr^2) = v \cdot sr^{-2} \cdot m^{-2}$$

4.4 - O símbolo da unidade é escrito na mesma linha do número a que se refere, e não como expoente ou índice.

Excetuam-se os símbolos das unidades usuais de ângulo plano (grau, minuto e segundo)

4.5 - O símbolo da unidade é escrito depois do número a que se refere, e não antes ou intercalado entre a parte inteira e a parte decimal do número. Excetua-se a moeda nacional e a de outros países, em que o símbolo é escrito antes da quantia a que se refere.

Nota - Ver o n.º 8 do Apêndice.

4.6 - O número que exprime o valor de uma grandeza deve ser referido a uma única unidade da mesma espécie, por exemplo:

0,173 m ou 17,3 cm ou 173 mm (e não 17 cm 3 mm)

Esta regra não é geralmente seguida:

- a) com as unidades usuais de ângulo plano; por exemplo: 17° 05' 37" - ver o n.º 5 do Apêndice.
b) com as unidades de tempo, por exemplo: 2h 15min (= 2,25h = 2.1/4 h, sendo, porém, errôneas as formas usuais 2,15 h ou 2h,15)

4.7 - Para separar a parte inteira da parte decimal de um número, deve ser usada, exclusivamente, a vírgula.

Para facilitar a leitura, o número pode ser dividido em grupos de três algarismos, a contar da vírgula para a esquerda e para a direita, separados pelo espaço correspondente a um algarismo.

Nos números que representam quantias em dinheiro, os grupos de três algarismos serão separados por ponto.

Ver o n.º 8 do Apêndice

OBSERVAÇÃO - Sobre a denominação dos grandes números, ver o n.º 9 do Apêndice.

APENDICE - OBSERVAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DIVERSAS

1. SOBRE AS UNIDADES DE PRESSÃO

a) o bar é a unidade recomendada para substituir a "atmosfera" e o "quilograma-fôrça por centímetro quadrado", nas medidas das pressões encontradas correntemente na Engenharia e na Indústria.

A primeira é um múltiplo decimal da unidade SI, e o seu valor exato 10 N/cm^2 é intermediário e pode mesmo ser entendido como um arredondamento dos valores das unidades usuais.

$$\text{atm} = 10,1325 \text{ N/cm}^2 \quad \text{e} \quad \text{kgf/cm}^2 = 9,806 \text{ N/cm}^2$$

b) o metro de água é teóricamente igual a $9806,65 \text{ N/m}^2$, o que corresponde à água pura a 4°C , sob pressão de uma atmosfera e num lugar em que a aceleração da gravidade é igual ao seu valor normal.

Como todas essas condições nunca se verificam simultaneamente, é conveniente usar um valor arredondado e mais realista para essa unidade.

Assim sendo, para os trabalhos correntes de hidrotécnica, é recomendado:

$$1 \text{ mH}_2\text{O} = 10\,000 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ decibar (dbar)}$$

c) para as pressões que são comumente expressas em milímetros de mercúrio, e para as pressões muito pequenas, são recomendados os submúltiplos decimais do bar, como o milibar e o microbar.

Na prática pode ser considerado:

$$1 \text{ mbar} = 0,75 \text{ mmHg}$$

2. SOBRE A UNIDADE DE CONDUTANCIA

A IIª Conv. 1960 não incluiu esta unidade na lista das unidades derivadas do SI, de modo que seu nome oficial ainda continua em aberto.

Assim sendo, até decisão final por uma Conferência Geral, poderá ser usado um dos dois nomes seguintes:

- siemens (S), adotado oficialmente pela IEC (publicação IEC-27/1966); ou,
- mho, com símbolo mho, relacionado na publicação IEC acima como uma denominação alternativa para o siemens.

3. SOBRE A CONDUTIVIDADE RELATIVA

A condutividade dos materiais condutores pode ser medida tomando-se como referência a condutividade de um material condutor padrão, em condições predeterminadas.

Nessas condições, a condutividade relativa pode ser expressa sob a forma de fração decimal ou sob forma percentual.

Neste Quadro Geral é adotada como unidade a condutividade a 20°C do padrão internacional de cobre recozido, exatamente igual a $58 \cdot 10^9$ siemens por metro.

O referido material foi especificado pela "International Electrotechnical Commission", no Congresso de Berlim (1913), pelos seguintes valores numéricos (convertidos para unidades SI):

resistividade a 20°C

$$\begin{aligned} \rho &= 1/58 \cdot 10^{-6} \quad \Omega \cdot \text{m} \\ &= 1,7241... \cdot 10^{-8} \quad \Omega \cdot \text{m} \end{aligned}$$

massa específica a 20°C

$$\delta = 8,89 \cdot 10^3 \quad \text{kg/m}^3$$

coeficiente de dilatação linear a 20°C

$$1,7 \cdot 10^{-5} \quad ^\circ\text{C}^{-1}$$

coeficiente de variação da resistência a 20°C

$$3,93 \cdot 10^{-3} \quad ^\circ\text{C}^{-1}$$

resistividade de massa a 20°C

$$\begin{aligned} \rho_m &= \rho \delta \\ &= 1,5328... \cdot 10^{-4} \quad \Omega \cdot \text{kg/m}^2 \end{aligned}$$

(Segundo a publicação IEC-28/1925)

4. SOBRE AS ESCALAS INTERNACIONAIS DE TEMPERATURAS

São consideradas duas escalas:

- 1) a Escala Internacional Prática de Temperaturas (1949), também chamada Escala Celsius; e,
- 2) a Escala Internacional Kelvin de Temperaturas, ou, simplesmente, Escala Kelvin.

Os intervalos unitários são iguais nessas duas escalas, e ambas são definidas:

- a) por seis "Pontos Fixos de Definição", que são temperaturas fixas e facilmente reproduzíveis, correspondentes a estados de equilíbrio térmicos especificados; e,
- b) pelas equações e processos de interpolação, que estabelecem a correspondência entre a temperatura procurada e as indicações dos termômetros, aferidos pelos valores atribuídos aos pontos fixos.

Pontos fixos de definição

	$^{\circ}\text{C}$	K
Ponto de ebulição do oxigênio	- 182,97	90,15
Ponto triplice da água	+ 0,01	273,15
Ponto de ebulição da água	100	373,15
Ponto de ebulição do enxofre	444,6	717,75
Ponto de solidificação da prata	960,8	1233,95
Ponto de solidificação do ouro	1063	1336,15

Notas

1. Salvo para o ponto triplice da água, as temperaturas acima são consideradas sob pressão de uma atmosfera (101 325 N/m²)
2. O ponto zero da Escala Celsius é definido como a temperatura exatamente igual a 0,01 $^{\circ}\text{C}$ abaixo da temperatura do ponto triplice da água

5. SOBRE A SUBDIVISÃO NÃO DECIMAL DO ÂNGULO PLANO

Como primeiro passo para se acabar com esse procedimento anacrônico, e quando não se quiser usar a unidade SI radiano, é recomendado:

- a) exprimir os ângulos como fração decimal de grau, por exemplo,

27,06 $^{\circ}$ (em lugar de 27 $^{\circ}$ 3' 36")

- b) usar o minuto ou o segundo, mas não as duas ao mesmo tempo, exclusivamente para as medidas de ângulos muito pequenos; por exemplo,

1,3' ou 78" (em lugar de 1' 18")

Sobre a medição de ângulos muito pequenos, deve ser observado que não há uma necessidade real de duas unidades diferentes, para um campo de aplicação tão restrito, e que não mais se justifica o emprego simultâneo de unidades sem relação decimal entre si. Entre tanto, ainda não se pode caracterizar uma tendência universal para a adoção de uma única unidade para essa finalidade.

6. SOBRE A CALORIA E A FRIGORIA

- a) São admitidas por este Quadro Geral as duas "calorias" abaixo, que são definidas pelos seus valores numéricos exatos:

caloria termoquímica $\text{cal}_{\text{th}} = 4,1840 \text{ J}$

(National Bureau of Standards "Technical News Bulletin", vol 47, n $^{\circ}$ 10.175-177, 1963)

caloria IT $\text{cal}_{\text{IT}} = 4,1868 \text{ J}$

(Base das "International Steam Tables", foi ratificada pela 5 $^{\circ}$ Conferência Internacional sobre as Propriedades do Vapor, 1956).

Desse valor decorre:

1 $\text{kcal}_{\text{IT}} = 1,163 \text{ kWh exato}$

- a) O termo frigoria (fg) às vezes é usado para designar uma quantidade de calor igual a uma quilocaloria, perdida por um sistema em um processo de refrigeração.

7. SOBRE O CAVALO-VAPORE

O cavalo-vapore às vezes usado como unidade de potência, tem o seguinte valor:

$$1 \text{ cv} = 736 \text{ W} = 75 \text{ kgfm/s.}$$

O "horse-power", que vale 1 HP = 746 W não pode ser usado.

8. SOBRE A GRAFIA DOS NÚMEROS E DOS SÍMBOLOS

No Brasil, a questão de dividir os números em grupos de três algarismos, tem dado margem a confusão, devido às prescrições antagônicas que se verificaram em atos legais sucessivos. Isso porque, ora se levou em conta o aspecto de normalização internacional (separação por espaços), ora se procurou generalizar as disposições da lei da moeda nacional ou impedir fraudes (separação por pontos).

Neste Quadro Geral foi, entretanto, adotada uma atitude realista diante dessa questão, ao dar à prescrição do nº 4.º o caráter facultativo, tal como na normalização estabelecida pelo nº 9º CPM/1948.

Na verdade, não se pode prescrever nenhuma regra inflexível, pois a separação em grupos de três algarismos é conveniente em certos casos, mas em outros é conveniente escrever os números sem separar os seus algarismos; e há também casos em que a maneira de separar os algarismos deriva de imposição legal (quantias em dinheiro) ou já é consagrada pelo uso (por exemplo, números de telefones).

Tem havido também certa confusão quanto à distância que deve ser deixada entre o número e o símbolo da unidade, mas essa questão deve ser também deixada ao critério de quem escreve.

Assim, é deixado normalmente o espaço dependente a uma letra, para destacar o símbolo e/ou evitar confusão, mas não se deve deixar espaço quando há possibilidade de fraude em certos documentos. Por outro lado, é usado espaçamento variável e em geral maior do que o normal, quando se quer dispor em colunas os números e os símbolos das unidades correspondentes.

9. SOBRE A DENOMINAÇÃO DOS GRANDES NÚMEROS

No Brasil e em outros países, os grandes números são popularmente denominados:

milhão	= 1 000 x 1 000	= 10 ⁶
bilhão	= 1 000 x 1 000 000	= 10 ⁹
trilhão	= 1 000 x 1 000 000 000	= 10 ¹²
quatrilhão	= 1 000 x 1 000 000 000 000	= 10 ¹⁵

etc., seguindo-se a chamada regra dos

$$3N \text{ zeros} = (N - 1)\text{lhão}$$

Entretanto, já foi normalizada internacionalmente a chamada regra dos

$$6N \text{ zeros} = N\text{lhão}$$

que é usada em toda a Europa, e é aprovada legalmente no Brasil.

Segundo esta regra, o valor dos termos em causa é tal que

milhão	= 1 000 000 x 1	= 10 ⁶
bilhão	= 1 000 000 x 1 000 000	= 10 ¹²
trilhão	= 1 000 000 x 1 000 000 000 000	= 10 ¹⁸

e assim por diante.

Assim sendo, é recomendado que, em trabalhos técnicos e científicos, seja evitado o uso de palavras ambíguas, cujo sentido varia, dentro da língua portuguesa, conforme sejam empregadas no Brasil ou em Portugal. Usar então o fator decimal 10⁹ ou o prefixo "giga" (em lugar do "nosso" bilhão), o fator 10¹² ou o prefixo "tera" (em lugar do "nosso" trilhão), etc.