

O Sistema Internacional de Unidades (SI)*

A

TABELA 1

As Unidades Fundamentais do SI

Grandeza	Nome	Símbolo	Definição
comprimento	metro	m	"... a distância percorrida pela luz no vácuo em 1/299.792.458 de segundo." (1983)
massa	quilograma	kg	"... este protótipo [um certo cilindro de platina-irídio] será considerado daqui em diante como a unidade de massa." (1889)
tempo	segundo	s	"... a duração de 9.192.631.770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio-133." (1967)
corrente elétrica	ampère	A	"... a corrente constante que, se mantida em dois condutores paralelos retos de comprimento infinito, de seção transversal circular desprezível e separados por uma distância de 1 m no vácuo, produziria entre esses condutores uma força igual a 2×10^{-7} newton por metro de comprimento." (1946)
temperatura termodinâmica	kelvin	K	"... a fração 1/273,16 da temperatura termodinâmica do ponto triplo da água." (1967)
quantidade de matéria	mol	mol	"... a quantidade de matéria de um sistema que contém um número de entidades elementares igual ao número de átomos que existem em 0,012 quilograma de carbono-12." (1971)
intensidade luminosa	candela	cd	"... a intensidade luminosa, em uma dada direção, de uma fonte que emite radiação monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e que irradia nessa direção com uma intensidade de 1/683 watt por esferorradiano." (1979)

*Adaptado de "The International System of Units (SI)", Publicação Especial 330 do National Bureau of Standards, edição de 2001. As definições acima foram adotadas pela Conferência Nacional de Pesos e Medidas, um órgão internacional, nas datas indicadas. A candela não é usada neste livro.

TABELA 2**Algumas Unidades Secundárias do SI**

Grandeza	Nome da Unidade	Símbolo	
área	metro quadrado	m^2	
volume	metro cúbico	m^3	
frequência	hertz	Hz	s^{-1}
massa específica (densidade)	quilograma por metro cúbico	kg/m^3	
velocidade escalar, velocidade	metro por segundo	m/s	
velocidade angular	radiano por segundo	rad/s	
aceleração	metro por segundo ao quadrado	m/s^2	
aceleração angular	radiano por segundo ao quadrado	rad/s^2	
força	newton	N	$kg \cdot m/s^2$
pressão	pascal	Pa	N/m^2
trabalho, energia, quantidade de calor	joule	J	$N \cdot m$
potência	watt	W	J/s
quantidade de carga elétrica	coulomb	C	$A \cdot s$
diferença de potencial, força eletromotriz	volt	V	W/A
intensidade de campo elétrico	volt por metro (ou newton por coulomb)	V/m	N/C
resistência elétrica	ohm	Ω	V/A
capacitância	farad	F	$A \cdot s/V$
fluxo magnético	weber	Wb	$V \cdot s$
indutância	henry	H	$V \cdot s/A$
densidade de fluxo magnético	tesla	T	Wb/m^2
intensidade de campo magnético	ampère por metro	A/m	
entropia	joule por kelvin	J/K	
calor específico	joule por quilograma kelvin	$J/(kg \cdot K)$	
condutividade térmica	watt por metro kelvin	$W/(m \cdot K)$	
intensidade radiante	watt por esferorradiano	W/sr	

TABELA 3**As Unidades Suplementares SI**

Grandeza	Nome da Unidade	Símbolo
ângulo plano	radiano	rad
ângulo sólido	esferorradiano	sr

Algumas Constantes Fundamentais da Física*

B

Constante	Símbolo	Valor Prático	Melhor Valor (2006)	
			Valor ^a	Incerteza
Velocidade da luz no vácuo	c	$3,00 \times 10^8$ m/s	2,997 924 58	exata
Carga elementar	e	$1,60 \times 10^{-19}$ C	1,602 176 487	$2,5 \times 10^{-8}$
Constante gravitacional	G	$6,67 \times 10^{-11}$ m ³ /s ² · kg	6,674 28	$1,0 \times 10^{-4}$
Constante universal dos gases	R	8,31 J/mol · K	8,314 472	$1,7 \times 10^{-6}$
Constante de Avogadro	N_A	$6,02 \times 10^{23}$ mol ⁻¹	6,022 141 79	$5,0 \times 10^{-8}$
Constante de Boltzmann	k	$1,38 \times 10^{-23}$ J/K	1,380 650 4	$1,7 \times 10^{-6}$
Constante de Stefan-Boltzmann	σ	$5,67 \times 10^{-8}$ W/m ² · K ⁴	5,670 400	$7,0 \times 10^{-6}$
Volume molar de um gás ideal nas CNTP ^c	V_m	$2,27 \times 10^{-2}$ m ³ /mol	2,271 098 1	$1,7 \times 10^{-6}$
Permissividade do vácuo	ϵ_0	$8,85 \times 10^{-12}$ F/m	8,854 187 817 62	exata
Permeabilidade do vácuo	μ_0	$1,26 \times 10^{-6}$ H/m	1,256 637 061 43	exata
Constante de Planck	h	$6,63 \times 10^{-34}$ J · s	6,626 068 96	$5,0 \times 10^{-8}$
Massa do elétron ^b	m_e	$9,11 \times 10^{-31}$ kg	9,109 382 15	$5,0 \times 10^{-8}$
		$5,49 \times 10^{-4}$ u	5,485 799 094	$4,2 \times 10^{-10}$
Massa do próton ^b	m_p	$1,67 \times 10^{-27}$ kg	1,672 621 637	$5,0 \times 10^{-8}$
		1,0073 u	1,007 276 466 77	$1,0 \times 10^{-10}$
Razão entre a massa do próton e a massa do elétron	m_p/m_e	1840	1,836 152 672 47	$4,3 \times 10^{-10}$
Razão entre a massa e a carga do elétron	e/m_e	$1,76 \times 10^{11}$ C/kg	1,758 820 150	$2,5 \times 10^{-8}$
Massa do nêutron ^b	m_n	$1,68 \times 10^{-27}$ kg	1,674 927 211	$5,0 \times 10^{-8}$
		1,0087 u	1,008 664 915 97	$4,3 \times 10^{-10}$
Massa do átomo de hidrogênio ^b	m_{1H}	1,0078 u	1,007 825 031 6	$1,0 \times 10^{-10}$
Massa do átomo de deutério ^b	m_{2H}	2,0141 u	2,014 101 777 9	$1,0 \times 10^{-10}$
Massa do átomo de hélio ^b	m_{4He}	4,0026 u	4,002 603 2	$1,0 \times 10^{-10}$
Massa do múon	m_μ	$1,88 \times 10^{-28}$ kg	1,883 531 30	$5,6 \times 10^{-8}$
Momento magnético do elétron	μ_e	$9,28 \times 10^{-24}$ J/T	9,284 763 77	$2,5 \times 10^{-8}$
Momento magnético do próton	μ_p	$1,41 \times 10^{-26}$ J/T	1,410 606 662	$2,6 \times 10^{-8}$
Magnéton de Bohr	μ_B	$9,27 \times 10^{-24}$ J/T	9,274 008 009 15	$2,5 \times 10^{-8}$
Magnéton nuclear	μ_N	$5,05 \times 10^{-27}$ J/T	5,050 783 24	$2,5 \times 10^{-8}$
Raio de Bohr	a	$5,29 \times 10^{-11}$ m	5,291 772 085 9	$6,8 \times 10^{-10}$
Constante de Rydberg	R	$1,10 \times 10^7$ m ⁻¹	1,097 373 156 852 7	$6,6 \times 10^{-12}$
Comprimento de onda de Compton do elétron	λ_C	$2,43 \times 10^{-12}$ m	2,426 310 217 5	$1,4 \times 10^{-9}$

^aOs valores desta coluna têm a mesma unidade e potência de 10 que o valor prático.

^bAs massas dadas em u estão em unidades unificadas de massa atômica: 1 u = 1,660 538 86 × 10⁻²⁷ kg.

^cCNPT significa condições normais de temperatura e pressão: 0°C e 1,0 atm (0,1 MPa).

*Os valores desta tabela foram selecionados entre os valores recomendados pelo CODATA em 2006 (www.physics.nist.gov).

C Alguns Dados Astronômicos

Algumas Distâncias da Terra

À Lua*	$3,82 \times 10^8$ m	Ao centro da nossa galáxia	$2,2 \times 10^{20}$ m
Ao Sol*	$1,50 \times 10^{11}$ m	À galáxia de Andrômeda	$2,1 \times 10^{22}$ m
À estrela mais próxima (<i>Proxima Centauri</i>)	$4,04 \times 10^{16}$ m	Ao limite do universo observável	$\sim 10^{26}$ m

*Distância média.

O Sol, a Terra e a Lua

Propriedade	Unidade	Sol	Terra	Lua
Massa	kg	$1,99 \times 10^{30}$	$5,98 \times 10^{24}$	$7,36 \times 10^{22}$
Raio médio	m	$6,96 \times 10^8$	$6,37 \times 10^6$	$1,74 \times 10^6$
Massa específica média	kg/m ³	1410	5520	3340
Aceleração de queda livre na superfície	m/s ²	274	9,81	1,67
Velocidade de escape	km/s	618	11,2	2,38
Período de rotação ^a	—	37 d nos pólos ^b 26 d no equador ^b	23 h 56 min	27,3 d
Potência de radiação ^c	W	$3,90 \times 10^{26}$		

^aMedido em relação às estrelas distantes.

^bO Sol, uma bola de gás, não gira como um corpo rígido.

^cPerto dos limites da atmosfera terrestre a energia solar é recebida a uma taxa de 1340 W/m², supondo uma incidência normal.

Algumas Propriedades dos Planetas

	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno	Plutão*
Distância média do Sol, 10 ⁶ km	57,9	108	150	228	778	1430	2870	4500	5900
Período de revolução, anos	0,241	0,615	1,00	1,88	11,9	29,5	84,0	165	248
Período de rotação, ^a dias	58,7	-243 ^b	0,997	1,03	0,409	0,426	-0,451 ^b	0,658	6,39
Velocidade orbital, km/s	47,9	35,0	29,8	24,1	13,1	9,64	6,81	5,43	4,74
Inclinação do eixo em relação à órbita	<28°	≈3°	23,4°	25,0°	3,08°	26,7°	97,9°	29,6°	57,5°
Inclinação da órbita em relação à órbita da Terra	7,00°	3,39°		1,85°	1,30°	2,49°	0,77°	1,77°	17,2°
Excentricidade da órbita	0,206	0,0068	0,0167	0,0934	0,0485	0,0556	0,0472	0,0086	0,250
Diâmetro equatorial, km	4880	12 100	12 800	6790	143 000	120 000	51 800	49 500	2300
Massa (Terra = 1)	0,0558	0,815	1,000	0,107	318	95,1	14,5	17,2	0,002
Massa específica (água = 1)	5,60	5,20	5,52	3,95	1,31	0,704	1,21	1,67	2,03
Valor de g na superfície ^c , m/s ²	3,78	8,60	9,78	3,72	22,9	9,05	7,77	11,0	0,5
Velocidade de escape ^c , km/s	4,3	10,3	11,2	5,0	59,5	35,6	21,2	23,6	1,1
Satélites conhecidos	0	0	1	2	63 + anéis	34 + anéis	27 + anéis	13 + anéis	1

^aMedido em relação às estrelas distantes.

^bVênus e Urano giram no sentido contrário ao do movimento orbital.

^cAceleração gravitacional medida no equador do planeta.

*A partir de 2008, por decisão da União Astronômica, Plutão não é mais um planeta e sim um plutóide, uma nova classe de astro que, até o momento, tem apenas dois representantes: Plutão e Eris. (N.T.)

Fatores de Conversão **D**

Os fatores de conversão podem ser lidos diretamente dessas tabelas. Assim, por exemplo, 1 grau = $2,778 \times 10^{-3}$ revoluções e, portanto, $16,7^\circ = 16,7 \times 2,778 \times 10^{-3}$ revoluções. As unidades do SI estão em letras maiúsculas. Adaptado parcialmente de G. Shortley e D. Williams, *Elements of Physics*, 1971, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Ângulo Plano

°	'	"	RADIANOS	revoluções
1 grau = 1	60	3600	$1,745 \times 10^{-2}$	$2,778 \times 10^{-3}$
1 minuto = $1,667 \times 10^{-2}$	1	60	$2,909 \times 10^{-4}$	$4,630 \times 10^{-5}$
1 segundo = $2,778 \times 10^{-4}$	$1,667 \times 10^{-2}$	1	$4,848 \times 10^{-6}$	$7,716 \times 10^{-7}$
1 RADIANO = 57,30	3438	$2,063 \times 10^5$	1	0,1592
1 revolução = 360	$2,16 \times 10^4$	$1,296 \times 10^6$	6,283	1

Ângulo Sólido

1 esfera = 4π esferorradianos = 12,57 esferorradianos

Comprimento

	cm	METROS	km	polegadas	pés	milhas
1 centímetro = 1		10^{-2}	10^{-5}	0,3937	$3,281 \times 10^{-2}$	$6,214 \times 10^{-6}$
1 METRO = 100		1	10^{-3}	39,37	3,281	$6,214 \times 10^{-4}$
1 quilômetro = 10^5		1000	1	$3,937 \times 10^4$	3281	0,6214
1 polegada = 2,540		$2,540 \times 10^{-2}$	$2,540 \times 10^{-5}$	1	$8,333 \times 10^{-2}$	$1,578 \times 10^{-5}$
1 pé = 30,48		0,3048	$3,048 \times 10^{-4}$	12	1	$1,894 \times 10^{-4}$
1 milha = $1,609 \times 10^5$		1609	1,609	$6,336 \times 10^4$	5280	1
1 angström = 10^{-10} m		1 fermi = 10^{-15} m		1 braça = 6 pés		1 vara = 16,5 pés
1 milha marítima = 1852 m		1 ano-luz = $9,461 \times 10^{12}$ km		1 raio de Bohr = $5,292 \times 10^{-11}$ m		1 mil = 10^{-3} polegadas
= 1,151 milha = 6076 pés		1 parsec = $3,084 \times 10^{13}$ km		1 jarda = 3 pés		1 nm = 10^{-9} m

Área

	METROS ²	cm ²	pés ²	polegadas ²
1 METRO QUADRADO = 1		10 ⁴	10,76	1550
1 centímetro quadrado = 10 ⁻⁴		1	1,076 × 10 ⁻³	0,1550
1 pé quadrado = 9,290 × 10 ⁻²		929,0	1	144
1 polegada quadrada = 6,452 × 10 ⁻⁴		6,452	6,944 × 10 ⁻³	1
1 milha quadrada = 2,788 × 10 ⁷ pés ² = 640 acres			1 acre = 43 560 pés ²	
1 barn = 10 ⁻²⁸ m ²			1 hectare = 10 ⁴ m ² = 2,471 acres	

Volume

	METROS ³	cm ³	L	pés ³	polegadas ³
1 METRO CÚBICO = 1		10 ⁶	1000	35,31	6,102 × 10 ⁴
1 centímetro cúbico = 10 ⁻⁶		1	1,000 × 10 ⁻³	3,531 × 10 ⁻⁵	6,102 × 10 ⁻²
1 litro = 1,000 × 10 ⁻³		1000	1	3,531 × 10 ⁻²	61,02
1 pé cúbico = 2,832 × 10 ⁻²		2,832 × 10 ⁴	28,32	1	1728
1 polegada cúbica = 1,639 × 10 ⁻⁵		16,39	1,639 × 10 ⁻²	5,787 × 10 ⁻⁴	1

1 galão americano = 4 quartos de galão americano = 8 quartilhos americanos = 128 onças fluidas americanas = 231 polegadas³

1 galão imperial britânico = 277,4 polegadas³ = 1,201 galão americano

Massa

As grandezas nas áreas sombreadas não são unidades de massa, mas são frequentemente usadas como tal. Assim, por exemplo, quando escrevemos 1 kg “=” 2,205 lb, isso significa que um quilograma é a massa que pesa 2,205 libras em um local onde *g* tem o valor-padrão de 9,80665 m/s².

	g	QUILOGRAMAS	slugs	u	onças	libras	toneladas
1 grama = 1		0,001	6,852 × 10 ⁻⁵	6,022 × 10 ²³	3,527 × 10 ⁻²	2,205 × 10 ⁻³	1,102 × 10 ⁻⁶
1 QUILOGRAMA = 1000		1	6,852 × 10 ⁻²	6,022 × 10 ²⁶	35,27	2,205	1,102 × 10 ⁻³
1 slug = 1,459 × 10 ⁴		14,59	1	8,786 × 10 ²⁷	514,8	32,17	1,609 × 10 ⁻²
1 unidade de massa							
atômica = 1,661 × 10 ⁻²⁴		1,661 × 10 ⁻²⁷	1,138 × 10 ⁻²⁸	1	5,857 × 10 ⁻²⁶	3,662 × 10 ⁻²⁷	1,830 × 10 ⁻³⁰
1 onça = 28,35		2,835 × 10 ⁻²	1,943 × 10 ⁻³	1,718 × 10 ²⁵	1	6,250 × 10 ⁻²	3,125 × 10 ⁻⁵
1 libra = 453,6		0,4536	3,108 × 10 ⁻²	2,732 × 10 ²⁶	16	1	0,0005
1 tonelada = 9,072 × 10 ⁵		907,2	62,16	5,463 × 10 ²⁹	3,2 × 10 ⁴	2000	1

1 tonelada métrica = 1000 kg

Massa Específica

As grandezas nas áreas sombreadas são pesos específicos e, como tal, dimensionalmente diferentes das massas específicas. Veja a nota na tabela de massas.

	slugs/pé ³	QUILOGRAMAS/ METRO ³	g/cm ³	lb/pé ³	lb/polegada ³
1 slug por pé ³ = 1		515,4	0,5154	32,17	1,862 × 10 ⁻²
1 QUILOGRAMA por METRO ³ = 1,940 × 10 ⁻³		1	0,001	6,243 × 10 ⁻²	3,613 × 10 ⁻⁵
1 grama por centímetro ³ = 1,940		1000	1	62,43	3,613 × 10 ⁻²
1 libra por pé ³ = 3,108 × 10 ⁻²		16,02	16,02 × 10 ⁻²	1	5,787 × 10 ⁻⁴
1 libra por polegada ³ = 53,71		2,768 × 10 ⁴	27,68	1728	1

Tempo

	anos	d	h	min	SEGUNDOS
1 ano = 1		365,25	8,766 × 10 ³	5,259 × 10 ⁵	3,156 × 10 ⁷
1 dia = 2,738 × 10 ⁻³		1	24	1440	8,640 × 10 ⁴
1 hora = 1,141 × 10 ⁻⁴		4,167 × 10 ⁻²	1	60	3600
1 minuto = 1,901 × 10 ⁻⁶		6,944 × 10 ⁻⁴	1,667 × 10 ⁻²	1	60
1 SEGUNDO = 3,169 × 10 ⁻⁸		1,157 × 10 ⁻⁵	2,778 × 10 ⁻⁴	1,667 × 10 ⁻²	1

Velocidade

	pés/s	km/h	METROS/SEGUNDO	milhas/h	cm/s
1 pé por segundo = 1		1,097	0,3048	0,6818	30,48
1 quilômetro por hora = 0,9113		1	0,2778	0,6214	27,78
1 METRO por SEGUNDO = 3,281		3,6	1	2,237	100
1 milha por hora = 1,467		1,609	0,4470	1	44,70
1 centímetro por segundo = $3,281 \times 10^{-2}$		$3,6 \times 10^{-2}$	0,01	$2,237 \times 10^{-2}$	1

1 nó = 1 milha marítima/h = 1,688 pés/s 1 milha/min = 88,00 pés/s = 60,00 milhas/h

Força

As unidades de força nas áreas sombreadas são atualmente pouco usadas. 1 grama-força (= 1 gf) é a força da gravidade que atua sobre um objeto cuja massa é 1 grama em um local onde g possui o valor-padrão de $9,80665 \text{ m/s}^2$.

	dina	NEWTONS	libras	poundals	gf	kgf
1 dina = 1		10^{-5}	$2,248 \times 10^{-6}$	$7,233 \times 10^{-5}$	$1,020 \times 10^{-3}$	$1,020 \times 10^{-6}$
1 NEWTON = 10^5		1	0,2248	7,233	102,0	0,1020
1 libra = $4,448 \times 10^5$		4,448	1	32,17	453,6	0,4536
1 poundal = $1,383 \times 10^4$		0,1383	$3,108 \times 10^{-2}$	1	14,10	$1,410 \times 10^2$
1 grama-força = 980,7		$9,807 \times 10^{-3}$	$2,205 \times 10^{-3}$	$7,093 \times 10^{-2}$	1	0,001
1 quilograma-força = $9,807 \times 10^5$		9,807	2,205	70,93	1000	1

1 tonelada = 2000 lb

Pressão

	atm	dinas/cm ²	polegadas de água	cm Hg	PASCALS	libras/polegada ²	libras/pé ²
1 atmosfera = 1		$1,013 \times 10^6$	406,8	76	$1,013 \times 10^5$	14,70	2116
1 dina por centímetro ² = $9,869 \times 10^{-7}$		1	$4,015 \times 10^{-4}$	$7,501 \times 10^{-5}$	0,1	$1,405 \times 10^{-5}$	$2,089 \times 10^{-3}$
1 polegada de água a 4°C = $2,458 \times 10^{-3}$		2491	1	0,1868	249,1	$3,613 \times 10^{-2}$	5,202
1 centímetro de mercúrio ^a a 0°C = $1,316 \times 10^{-2}$		$1,333 \times 10^4$	5,353	1	1333	0,1934	27,85
1 PASCAL = $9,869 \times 10^{-6}$		10	$4,015 \times 10^{-3}$	$7,501 \times 10^{-4}$	1	$1,450 \times 10^{-4}$	$2,089 \times 10^{-2}$
1 libra por polegada ² = $6,805 \times 10^{-2}$		$6,895 \times 10^4$	27,68	5,171	$6,895 \times 10^3$	1	144
1 libra por pé ² = $4,725 \times 10^{-4}$		478,8	0,1922	$3,591 \times 10^{-2}$	47,88	$6,944 \times 10^{-3}$	1

^aOnde a aceleração da gravidade possui o valor-padrão de $9,80665 \text{ m/s}^2$.

1 bar = 10^6 dina/cm^2 = 0,1 MPa

1 milibar = 10^3 dinas/cm^2 = 10^2 Pa

1 torr = 1 mm Hg

Energia, Trabalho e Calor

As grandezas nas áreas sombreadas não são unidades de energia, mas foram incluídas por conveniência. Elas se originam da fórmula relativística de equivalência entre massa e energia $E = mc^2$, e representam a energia equivalente a um quilograma ou uma unidade unificada de massa atômica (u) (as duas últimas linhas) e a massa equivalente a uma unidade de energia (as duas colunas da extremidade direita).

	Btu	erg	pés-libras	hp · h	JOULES	cal	kW · h	eV	MeV	kg	u
1 Btu = 1		1,055 $\times 10^{10}$	777,9	3,929 $\times 10^{-4}$	1055	252,0	2,930 $\times 10^{-4}$	6,585 $\times 10^{21}$	6,585 $\times 10^{15}$	1,174 $\times 10^{-14}$	7,070 $\times 10^{12}$
9,481 1 erg = $\times 10^{-11}$		1	7,376 $\times 10^{-8}$	3,725 $\times 10^{-14}$	10^{-7}	2,389 $\times 10^{-8}$	2,778 $\times 10^{-14}$	6,242 $\times 10^{11}$	6,242 $\times 10^5$	1,113 $\times 10^{-24}$	670,2
1,285 1 pé-libra = $\times 10^{-3}$		1,356 $\times 10^7$	1	5,051 $\times 10^{-7}$	1,356	0,3238	3,766 $\times 10^{-7}$	8,464 $\times 10^{18}$	8,464 $\times 10^{12}$	1,509 $\times 10^{-17}$	9,037 $\times 10^9$
1 horsepower- hora = 2545		2,685 $\times 10^{13}$	1,980 $\times 10^6$	1	2,685 $\times 10^6$	6,413 $\times 10^5$	0,7457	1,676 $\times 10^{25}$	1,676 $\times 10^{19}$	2,988 $\times 10^{-11}$	1,799 $\times 10^{16}$
9,481 1 JOULE = $\times 10^{-4}$		10 ⁷	0,7376	3,725 $\times 10^{-7}$	1	0,2389	2,778 $\times 10^{-7}$	6,242 $\times 10^{18}$	6,242 $\times 10^{12}$	1,113 $\times 10^{-17}$	6,702 $\times 10^9$
3,968 1 caloria = $\times 10^{-3}$		4,1868 $\times 10^7$	3,088	1,560 $\times 10^{-6}$	4,1868	1	1,163 $\times 10^{-6}$	2,613 $\times 10^{19}$	2,613 $\times 10^{13}$	4,660 $\times 10^{-17}$	2,806 $\times 10^{10}$
1 quilowatt- hora = 3413		3,600 $\times 10^{13}$	2,655 $\times 10^6$	1,341	3,600 $\times 10^6$	8,600 $\times 10^5$	1	2,247 $\times 10^{25}$	2,247 $\times 10^{19}$	4,007 $\times 10^{-11}$	2,413 $\times 10^{16}$
1,519 1 elétron-volt = $\times 10^{-22}$		1,602 $\times 10^{-12}$	1,182 $\times 10^{-19}$	5,967 $\times 10^{-26}$	1,602 $\times 10^{-19}$	3,827 $\times 10^{-20}$	4,450 $\times 10^{-26}$	1	10 ⁻⁶	1,783 $\times 10^{-36}$	1,074 $\times 10^{-9}$
1 milhão de elétron-volts = $\times 10^{-16}$		1,519 $\times 10^{-16}$	1,602 $\times 10^{-6}$	5,967 $\times 10^{-20}$	1,602 $\times 10^{-13}$	3,827 $\times 10^{-14}$	4,450 $\times 10^{-20}$	10 ⁻⁶	1	1,783 $\times 10^{-30}$	1,074 $\times 10^{-3}$
8,521 1 quilograma = $\times 10^{13}$		8,987 $\times 10^{23}$	6,629 $\times 10^{16}$	3,348 $\times 10^{10}$	8,987 $\times 10^{16}$	2,146 $\times 10^{16}$	2,497 $\times 10^{10}$	5,610 $\times 10^{35}$	5,610 $\times 10^{29}$	1	6,022 $\times 10^{26}$
1 unidade unificada de massa atômica = $\times 10^{-13}$		1,415 $\times 10^{-13}$	1,492 $\times 10^{-3}$	1,101 $\times 10^{-10}$	5,559 $\times 10^{-17}$	1,492 $\times 10^{-10}$	3,564 $\times 10^{-11}$	4,146 $\times 10^{-17}$	9,320 $\times 10^8$	1,661 $\times 10^{-27}$	1

Potência

	Btu/h	pés-libras/s	hp	cal/s	kW	WATTS
1 Btu por hora = 1		0,2161	$3,929 \times 10^{-4}$	$6,998 \times 10^{-2}$	$2,930 \times 10^{-4}$	0,2930
1 pé-libra por segundo = 4,628		1	$1,818 \times 10^{-3}$	0,3239	$1,356 \times 10^{-3}$	1,356
1 horsepower = 2545		550	1	178,1	0,7457	745,7
1 caloria por segundo = 14,29		3,088	$5,615 \times 10^{-3}$	1	$4,186 \times 10^{-3}$	4,186
1 quilowatt = 3413		737,6	1,341	238,9	1	1000
1 WATT = 3,413		0,7376	$1,341 \times 10^{-3}$	0,2389	0,001	1

Campo Magnético

	gauss	TESLAS	miligauss
1 gauss = 1		10 ⁻⁴	1000
1 TESLA = 10 ⁴		1	10 ⁷
1 miligauss = 0,001		10 ⁻⁷	1

1 tesla = 1 weber/metro²

Fluxo Magnético

	maxwell	WEBERS
1 maxwell = 1		10 ⁻⁸
1 WEBER = 10 ⁸		1

Geometria

Círculo de raio r : circunferência $= 2\pi r$; área $= \pi r^2$.

Esfera de raio r : área $= 4\pi r^2$; volume $= \frac{4}{3}\pi r^3$.

Cilindro circular reto de raio r e altura h :

área $= 2\pi r^2 + 2\pi rh$; volume $= \pi r^2 h$.

Triângulo de base a e altura h : área $= \frac{1}{2}ah$.

Fórmula de Báskara

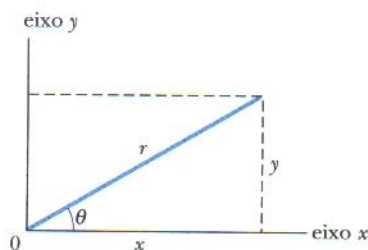
$$\text{Se } ax^2 + bx + c = 0, x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

Funções Trigonômétricas do Ângulo θ

$$\text{sen } \theta = \frac{y}{r} \quad \text{cos } \theta = \frac{x}{r}$$

$$\text{tan } \theta = \frac{y}{x} \quad \text{cot } \theta = \frac{x}{y}$$

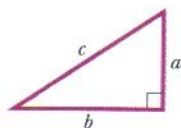
$$\text{sec } \theta = \frac{r}{x} \quad \text{csc } \theta = \frac{r}{y}$$



Teorema de Pitágoras

Neste triângulo retângulo,

$$a^2 + b^2 = c^2$$



Triângulos

Ângulos: A, B, C

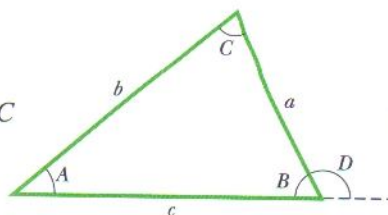
Lados opostos: a, b, c

$$A + B + C = 180^\circ$$

$$\frac{\text{sen } A}{a} = \frac{\text{sen } B}{b} = \frac{\text{sen } C}{c}$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

$$\text{Ângulo externo } D = A + C$$



Sinais e Símbolos Matemáticos

$=$ igual a

$\approx$ aproximadamente igual a

$\sim$ da ordem de grandeza de

$\neq$ diferente de

$\equiv$ idêntico a, definido como

$>$ maior que ($\gg$ muito maior que)

$<$ menor que ($\ll$ muito menor que)

$\geq$ maior ou igual a (não menor que)

$\leq$ menor ou igual a (não maior que)

$\pm$ mais ou menos

$\propto$ proporcional a

Σ somatório de

$x_{\text{méd}}$ valor médio de x

Identidades Trigonômétricas

$$\text{sen}(90^\circ - \theta) = \text{cos } \theta$$

$$\text{cos}(90^\circ - \theta) = \text{sen } \theta$$

$$\text{sen } \theta / \text{cos } \theta = \text{tan } \theta$$

$$\text{sen}^2 \theta + \text{cos}^2 \theta = 1$$

$$\text{sec}^2 \theta - \text{tan}^2 \theta = 1$$

$$\text{csc}^2 \theta - \text{cot}^2 \theta = 1$$

$$\text{sen } 2\theta = 2 \text{sen } \theta \text{cos } \theta$$

$$\text{cos } 2\theta = \text{cos}^2 \theta - \text{sen}^2 \theta = 2 \text{cos}^2 \theta - 1 = 1 - 2 \text{sen}^2 \theta$$

$$\text{sen}(\alpha \pm \beta) = \text{sen } \alpha \text{cos } \beta \pm \text{cos } \alpha \text{sen } \beta$$

$$\text{cos}(\alpha \pm \beta) = \text{cos } \alpha \text{cos } \beta \mp \text{sen } \alpha \text{sen } \beta$$

$$\text{tan}(\alpha \pm \beta) = \frac{\text{tan } \alpha \pm \text{tan } \beta}{1 \mp \text{tan } \alpha \text{tan } \beta}$$

$$\text{sen } \alpha \pm \text{sen } \beta = 2 \text{sen } \frac{1}{2}(\alpha \pm \beta) \text{cos } \frac{1}{2}(\alpha \mp \beta)$$

$$\text{cos } \alpha + \text{cos } \beta = 2 \text{cos } \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \text{cos } \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

$$\text{cos } \alpha - \text{cos } \beta = -2 \text{sen } \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \text{sen } \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

Teorema Binomial

$$(1+x)^n = 1 + \frac{nx}{1!} + \frac{n(n-1)x^2}{2!} + \dots \quad (x^2 < 1)$$

Expansão Exponencial

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

Expansão Logarítmica

$$\ln(1+x) = x - \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{3}x^3 - \dots \quad (|x| < 1)$$

Expansões Trigonômicas (θ em radianos)

$$\sin \theta = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \dots$$

$$\cos \theta = 1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} - \dots$$

$$\tan \theta = \theta + \frac{\theta^3}{3} + \frac{2\theta^5}{15} + \dots$$

Regra de Cramer

Duas equações lineares simultâneas com incógnitas x e y ,

$$a_1x + b_1y = c_1 \quad \text{e} \quad a_2x + b_2y = c_2,$$

têm como soluções

$$x = \frac{\begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{c_1 b_2 - c_2 b_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1}$$

e

$$y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{a_1 c_2 - a_2 c_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1}.$$

Produtos de Vetores

Sejam $\hat{i}$, $\hat{j}$ e $\hat{k}$ vetores unitários nas direções x , y e z , respectivamente. Nesse caso,

$$\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{k} = 1, \quad \hat{i} \cdot \hat{j} = \hat{j} \cdot \hat{k} = \hat{k} \cdot \hat{i} = 0,$$

$$\hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k} = 0,$$

$$\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}, \quad \hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}, \quad \hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}$$

Qualquer vetor $\vec{a}$ de componentes a_x , a_y e a_z ao longo dos eixos x , y e z pode ser escrito na forma

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}.$$

Sejam $\vec{a}$, $\vec{b}$ e $\vec{c}$ vetores arbitrários de módulos a , b e c . Nesse caso,

$$\vec{a} \times (\vec{b} + \vec{c}) = (\vec{a} \times \vec{b}) + (\vec{a} \times \vec{c})$$

$$(s\vec{a}) \times \vec{b} = \vec{a} \times (s\vec{b}) = s(\vec{a} \times \vec{b}) \quad (s = \text{escalar}).$$

Seja θ o menor dos dois ângulos entre $\vec{a}$ e $\vec{b}$. Nesse caso,

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z = ab \cos \theta$$

$$\begin{aligned} \vec{a} \times \vec{b} = -\vec{b} \times \vec{a} &= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} \\ &= \hat{i} \begin{vmatrix} a_y & a_z \\ b_y & b_z \end{vmatrix} - \hat{j} \begin{vmatrix} a_x & a_z \\ b_x & b_z \end{vmatrix} + \hat{k} \begin{vmatrix} a_x & a_y \\ b_x & b_y \end{vmatrix} \\ &= (a_y b_z - b_y a_z) \hat{i} + (a_z b_x - b_z a_x) \hat{j} \\ &\quad + (a_x b_y - b_x a_y) \hat{k} \end{aligned}$$

$$|\vec{a} \times \vec{b}| = ab \sin \theta$$

$$\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b} \cdot (\vec{c} \times \vec{a}) = \vec{c} \cdot (\vec{a} \times \vec{b})$$

$$\vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = (\vec{a} \cdot \vec{c}) \vec{b} - (\vec{a} \cdot \vec{b}) \vec{c}$$

Derivadas e Integrais

Nas fórmulas a seguir as letras u e v representam duas funções de x , e a e m são constantes. A cada integral indefinida deve-se somar uma constante de integração arbitrária. O *Handbook of Chemistry and Physics* (CRC Press Inc.) contém uma tabela mais completa.

1. $\frac{dx}{dx} = 1$
2. $\frac{d}{dx}(au) = a \frac{du}{dx}$
3. $\frac{d}{dx}(u+v) = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dx}$
4. $\frac{d}{dx} x^m = mx^{m-1}$
5. $\frac{d}{dx} \ln x = \frac{1}{x}$
6. $\frac{d}{dx}(uv) = u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx}$
7. $\frac{d}{dx} e^x = e^x$
8. $\frac{d}{dx} \sin x = \cos x$
9. $\frac{d}{dx} \cos x = -\sin x$
10. $\frac{d}{dx} \tan x = \sec^2 x$
11. $\frac{d}{dx} \cot x = -\csc^2 x$
12. $\frac{d}{dx} \sec x = \tan x \sec x$
13. $\frac{d}{dx} \csc x = -\cot x \csc x$
14. $\frac{d}{dx} e^u = e^u \frac{du}{dx}$
15. $\frac{d}{dx} \sin u = \cos u \frac{du}{dx}$
16. $\frac{d}{dx} \cos u = -\sin u \frac{du}{dx}$
1. $\int dx = x$
2. $\int au \, dx = a \int u \, dx$
3. $\int (u+v) \, dx = \int u \, dx + \int v \, dx$
4. $\int x^m \, dx = \frac{x^{m+1}}{m+1} (m \neq -1)$
5. $\int \frac{dx}{x} = \ln |x|$
6. $\int u \frac{dv}{dx} \, dx = uv - \int v \frac{du}{dx} \, dx$
7. $\int e^x \, dx = e^x$
8. $\int \sin x \, dx = -\cos x$
9. $\int \cos x \, dx = \sin x$
10. $\int \tan x \, dx = \ln |\sec x|$
11. $\int \sin^2 x \, dx = \frac{1}{2} x - \frac{1}{4} \sin 2x$
12. $\int e^{-ax} \, dx = -\frac{1}{a} e^{-ax}$
13. $\int x e^{-ax} \, dx = -\frac{1}{a^2} (ax+1) e^{-ax}$
14. $\int x^2 e^{-ax} \, dx = -\frac{1}{a^3} (a^2 x^2 + 2ax + 2) e^{-ax}$
15. $\int_0^\infty x^n e^{-ax} \, dx = \frac{n!}{a^{n+1}}$
16. $\int_0^\infty x^{2n} e^{-ax^2} \, dx = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1)}{2^{n+1} a^n} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$
17. $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2})$
18. $\int \frac{x \, dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = -\frac{1}{(x^2 + a^2)^{1/2}}$
19. $\int \frac{dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2 (x^2 + a^2)^{1/2}}$
20. $\int_0^\infty x^{2n+1} e^{-ax^2} \, dx = \frac{n!}{2a^{n+1}} (a > 0)$
21. $\int \frac{x \, dx}{x+d} = x - d \ln(x+d)$

Propriedades dos Elementos

Todas as propriedades físicas são dadas para uma pressão de 1 atm, a menos que seja indicado em contrário.

Elemento	Símbolo	Número Atômico, Z	Massa Molar, g/mol	Massa Específica, g/cm ³ a 20°C	Ponto de Fusão, °C	Ponto de Ebulição, °C	Calor Específico, J/(g · °C) a 25°C
Actínio	Ac	89	(227)	10,06	1323	(3473)	0,092
Alumínio	Al	13	26,9815	2,699	660	2450	0,900
Amerício	Am	95	(243)	13,67	1541	—	—
Antimônio	Sb	51	121,75	6,691	630,5	1380	0,205
Argônio	Ar	18	39,948	$1,6626 \times 10^{-3}$	-189,4	-185,8	0,523
Arsênio	As	33	74,9216	5,78	817 (28 atm)	613	0,331
Astatínio	At	85	(210)	—	(302)	—	—
Bário	Ba	56	137,34	3,594	729	1640	0,205
Berílio	Be	4	9,0122	1,848	1287	2770	1,83
Berquélio	Bk	97	(247)	14,79	—	—	—
Bismuto	Bi	83	208,980	9,747	271,37	1560	0,122
Bóhrrio	Bh	107	262,12	—	—	—	—
Boro	B	5	10,811	2,34	2030	—	1,11
Bromo	Br	35	79,909	3,12 (líquida)	-7,2	58	0,293
Cádmio	Cd	48	112,40	8,65	321,03	765	0,226
Cálcio	Ca	20	40,08	1,55	838	1440	0,624
Califórnio	Cf	98	(251)	—	—	—	—
Carbono	C	6	12,01115	2,26	3727	4830	0,691
Cério	Ce	58	140,12	6,768	804	3470	0,188
Césio	Cs	55	132,905	1,873	28,40	690	0,243
Chumbo	Pb	82	207,19	11,35	327,45	1725	0,129
Cloro	Cl	17	35,453	$3,214 \times 10^{-3}$ (0°C)	-101	-34,7	0,486
Cobalto	Co	27	58,9332	8,85	1495	2900	0,423
Cobre	Cu	29	63,54	8,96	1083,40	2595	0,385
Criptônio	Kr	36	83,80	$3,488 \times 10^{-3}$	-157,37	-152	0,247
Cromo	Cr	24	51,996	7,19	1857	2665	0,448
Cúrio	Cm	96	(247)	13,3	—	—	—
Darmstádio	Ds	110	(271)	—	—	—	—
Disprósio	Dy	66	162,50	8,55	1409	2330	0,172
Dúbnio	Db	105	262,114	—	—	—	—
Einstêinio	Es	99	(254)	—	—	—	—
Enxofre	S	16	32,064	2,07	119,0	444,6	0,707
Érbio	Er	68	167,26	9,15	1522	2630	0,167
Escândio	Sc	21	44,956	2,99	1539	2730	0,569
Estanho	Sn	50	118,69	7,2984	231,868	2270	0,226
Estrôncio	Sr	38	87,62	2,54	768	1380	0,737
Európio	Eu	63	151,96	5,243	817	1490	0,163
Férmio	Fm	100	(237)	—	—	—	—
Ferro	Fe	26	55,847	7,874	1536,5	3000	0,447
Flúor	F	9	18,9984	$1,696 \times 10^{-3}$ (0°C)	-219,6	-188,2	0,753

Elemento	Símbolo	Número Atômico, Z	Massa Molar, g/mol	Massa Específica, g/cm ³ a 20°C	Ponto de Fusão, °C	Ponto de Ebulição, °C	Calor Específico, J/(g·°C) a 25°C
Fósforo	P	15	30,9738	1,83	44,25	280	0,741
Frâncio	Fr	87	(223)	—	(27)	—	—
Gadolínio	Gd	64	157,25	7,90	1312	2730	0,234
Gálio	Ga	31	69,72	5,907	29,75	2237	0,377
Germânio	Ge	32	72,59	5,323	937,25	2830	0,322
Háfnio	Hf	72	178,49	13,31	2227	5400	0,144
Hássio	Hs	108	(265)	—	—	—	—
Hélio	He	2	4,0026	$0,1664 \times 10^{-3}$	-269,7	-268,9	5,23
Hidrogênio	H	1	1,00797	$0,08375 \times 10^{-3}$	-259,19	-252,7	14,4
Hólmio	Ho	67	164,930	8,79	1470	2330	0,165
Índio	In	49	114,82	7,31	156,634	2000	0,233
Iodo	I	53	126,9044	4,93	113,7	183	0,218
Irídio	Ir	77	192,2	22,5	2447	(5300)	0,130
Itérbio	Yb	70	173,04	6,965	824	1530	0,155
Ítrio	Y	39	88,905	4,469	1526	3030	0,297
Lantânio	La	57	138,91	6,189	920	3470	0,195
Laurêncio	Lr	103	(257)	—	—	—	—
Lítio	Li	3	6,939	0,534	180,55	1300	3,58
Lutécio	Lu	71	174,97	9,849	1663	1930	0,155
Magnésio	Mg	12	24,312	1,738	650	1107	1,03
Manganês	Mn	25	54,9380	7,44	1244	2150	0,481
Meitnério	Mt	109	(266)	—	—	—	—
Mendelévio	Md	101	(256)	—	—	—	—
Mercúrio	Hg	80	200,59	13,55	-38,87	357	0,138
Molibdênio	Mo	42	95,94	10,22	2617	5560	0,251
Neodímio	Nd	60	144,24	7,007	1016	3180	0,188
Neônio	Ne	10	20,183	$0,8387 \times 10^{-3}$	-248,597	-246,0	1,03
Netúnio	Np	93	(237)	20,25	637	—	1,26
Nióbio	Nb	41	92,906	8,57	2468	4927	0,264
Níquel	Ni	28	58,71	8,902	1453	2730	0,444
Nitrogênio	N	7	14,0067	$1,1649 \times 10^{-3}$	-210	-195,8	1,03
Nobélio	No	102	(255)	—	—	—	—
Ósmio	Os	76	190,2	22,59	3027	5500	0,130
Ouro	Au	79	196,967	19,32	1064,43	2970	0,131
Oxigênio	O	8	15,9994	$1,3318 \times 10^{-3}$	-218,80	-183,0	0,913
Paládio	Pd	46	106,4	12,02	1552	3980	0,243
Platina	Pt	78	195,09	21,45	1769	4530	0,134
Plutônio	Pu	94	(244)	19,8	640	3235	0,130
Polônio	Po	84	(210)	9,32	254	—	—
Potássio	K	19	39,102	0,862	63,20	760	0,758
Praseodímio	Pr	59	140,907	6,773	931	3020	0,197
Prata	Ag	47	107,870	10,49	960,8	2210	0,234
Promécio	Pm	61	(145)	7,22	(1027)	—	—
Protactínio	Pa	91	(231)	15,37 (estimada)	(1230)	—	—
Rádio	Ra	88	(226)	5,0	700	—	—
Radônio	Rn	86	(222)	$9,96 \times 10^{-3}$ (0°C)	(-71)	-61,8	0,092
Rênio	Re	75	186,2	21,02	3180	5900	0,134
Ródio	Rh	45	102,905	12,41	1963	4500	0,243

Elemento	Símbolo	Número Atômico, Z	Massa Molar, g/mol	Massa Específica, g/cm ³ a 20°C	Ponto de Fusão, °C	Ponto de Ebulição, °C	Calor Específico, J/(g · °C) a 25°C
Roentgênio	Rg	111	(272)	—	—	—	—
Rubídio	Rb	37	85,47	1,532	39,49	688	0,364
Rutênio	Ru	44	101,107	12,37	2250	4900	0,239
Rutherfórdio	Rf	104	261,11	—	—	—	—
Samário	Sm	62	150,35	7,52	1072	1630	0,197
Seabórgio	Sg	106	263,118	—	—	—	—
Selênio	Se	34	78,96	4,79	221	685	0,318
Silício	Si	14	28,086	2,33	1412	2680	0,712
Sódio	Na	11	22,9898	0,9712	97,85	892	1,23
Tálio	Tl	81	204,37	11,85	304	1457	0,130
Tântalo	Ta	73	180,948	16,6	3014	5425	0,138
Tecnécio	Tc	43	(99)	11,46	2200	—	0,209
Telúrio	Te	52	127,60	6,24	449,5	990	0,201
Térbio	Tb	65	158,924	8,229	1357	2530	0,180
Titânio	Ti	22	47,90	4,54	1670	3260	0,523
Tório	Th	90	(232)	11,72	1755	(3850)	0,117
Túlio	Tm	69	168,934	9,32	1545	1720	0,159
Tungstênio	W	74	183,85	19,3	3380	5930	0,134
Unúmbio	Uub	112	(285)	—	—	—	—
Ununhéxio	Uuh	116	(293)	—	—	—	—
Ununóctio	Uuo	118	(294)	—	—	—	—
Ununpêntio	Uup	115	(288)	—	—	—	—
Ununquádio	Uuq	114	(289)	—	—	—	—
Ununséptio	Uus	117	—	—	—	—	—
Ununtrio	Uut	113	(284)	—	—	—	—
Urânio	U	92	(238)	18,95	1132	3818	0,117
Vanádio	V	23	50,942	6,11	1902	3400	0,490
Xenônio	Xe	54	131,30	$5,495 \times 10^{-3}$	-111,79	-108	0,159
Zinco	Zn	30	65,37	7,133	419,58	906	0,389
Zircônio	Zr	40	91,22	6,506	1852	3580	0,276

Os números entre parênteses na coluna das massas molares são os números de massa dos isótopos de vida mais longa dos elementos radioativos. Os pontos de fusão e pontos de ebulição entre parênteses são pouco confiáveis.

Os dados para os gases são válidos apenas quando estes se encontram no estado molecular mais comum, como H₂, He, O₂, Ne etc. Os calores específicos dos gases são os valores à pressão constante.

Fonte: Adaptada de J. Emsley, *The Elements*, 3ª edição, 1998, Clarendon Press, Oxford. Veja também www.webelements.com para valores atualizados e, possivelmente, novos elementos.

G

PERÍODOS HORIZONTAIS

Metais de transição														
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Os elementos 112, 114 e 116 foram descobertos, mas até 2007 ainda não haviam recebido nomes. Veja www.webelements.com para informações mais atualizadas e possíveis novos elementos.