

25/11/2012 – Tabelas de unidades de medida

Relações entre unidades: SI, unidades derivadas, números, constantes, prefixos e etc.

I – O objetivo deste estudo é listar o maior número de relações e informações úteis a todos que trabalham com medidas e principalmente os alunos dos cursos de engenharia e das licenciaturas em exatas.

II – Lembramos que não é necessário memorizar nenhuma das tabelas, entretanto conhecer algumas relações fundamentais será de grande ajuda na conversão de medidas. (Consulte as tabelas sempre que tiver dúvidas).

Sumário

1	Sistema internacional de medidas (SI).....	2
2	Unidades padronizadas.....	2
3	Unidades derivadas.....	2
4	Relações entre unidades.....	3
5	Temperatura.....	4
6	Tabela de prefixos.....	5
7	Transformação de unidades com prefixos	5
8	Constantes numéricas	6
9	Radiação eletromagnética	7
10	Referências bibliográficas e leitura complementar	8

1 SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS (SI)

O SI é composto de sete unidades fundamentais de medidas. Todas as outras unidades são derivadas dessas por combinações apropriadas.

Grandeza física	Nome da unidade	Símbolo
Massa	Quilograma	kg
Comprimento	Metro	m
Tempo	Segundo	s
Corrente elétrica	Ampère	A
Temperatura	Kelvin	K
Intensidade luminosa	Candela	cd
Quantidade de substância	Mol	mol

2 UNIDADES PADRONIZAS

Símbolo	Nome da Unidade
---------	-----------------

Å	Ångström
u	unidade de massa atômica
atm	atmosfera
Btu	unidade térmica britânica
C	coulomb
°C	grau celsius / centígrados
cal	caloria
deg	grau (ângulo)
eV	elétron-volt
°F	grau fahrenheit
F	farad
ft	pé
G	gauss

Símbolo	Nome da Unidade
---------	-----------------

g	grama
H	henry
h	hora
hp	horsepower (cavalo-de-força)
cv	cavalo-vapor
Hz	hertz
in	Polegada (pol e ")
J	Joule
K	kelvin
kcal	quilocaloria
kg	quilograma
lb	libra
min	minuto

Símbolo	Nome da Unidade
---------	-----------------

N	newton
Pa	pascal
rev	revolução (rotação)
s	segundo
T	tesla
V	volt
W	watt
Wb	weber
μm	micrometro
Ω	ohm

3 UNIDADES DERIVADAS

Grandeza física	Nome da unidade	Símbolo	Definição
-----------------	-----------------	---------	-----------

Área	metro quadrado	m ²	
Volume	metro cúbico	m ³	
Velocidade	metro por segundo	m.s ⁻¹	
Aceleração	metro por segundo ao quadrado	m.s ⁻²	
Densidade	quilograma por metro cúbico	kg.m ⁻³	

Força	newton	N	kg · ms ⁻²
Energia ou Trabalho	joule	J	kg · m ² s ⁻² ou (N · m)
Pressão	pascal	P	kg · m ⁻¹ s ⁻² ou (N · m ⁻²)
Carga elétrica	coulomb	C	A.s
Diferença de potencial elétrico	volt	V	J · A ⁻¹ s ⁻¹ ou (J · C ⁻¹)
Potência	watt	W	J · s ⁻¹
Frequência	hertz	Hz	s ⁻¹
Dose absorvida	gray	Gy	J · kg ⁻¹
Dose equivalente	sievert	Sv	J · kg ⁻¹

4 RELAÇÕES ENTRE UNIDADES

Grandeza física	Unidade comum	Símbolo	Equivalência
tempo	minuto	min	60s
	hora	h	3 600s
	dia	d	86 400s
	ano	a	1a = 365,24d = 3,156.10 ⁷ s
ângulo	grau	°	1° = 0,017 45 rad = $\frac{\pi}{180}$ rad
	minuto	'	$\frac{\pi}{10800}$ rad
	segundo	"	$\frac{\pi}{648000}$ rad
	revolução	rev	1 rev = 360° = 2πrad
	rev/min	rpm	1rpm = 0,1047 rad/s
	radiano	rad	1rad = 57,30° = 180°/π
massa	libra (avoirdupois)	lb	0,45359237 kg
	libra	lb	453,6g
	Onça ordinária (onza) (avoirdupois)	oz	28,35g
	Onça de ouro (troy)		31,03g
	tonelada	t	10 ³ kg = 1Mg
	tonelada (curta, EUA) (ton = 2000lb)	ton	907,18774 kg
	tonelada (longa, Reino Unido)	ton	1016,046 kg
			1kg = 10 ³ g = 0,068 5 slug
			1g = 6,85.10 ⁻⁵ slug
		slug	1slug = 14,593902kg = 32,174048lb = 1,4881638 UTM
	Unidade de massa atômica	u	1u = 1,660 540.10 ⁻²⁷ kg 1u = 1,660 540.10 ⁻²⁴ g
	Unidade técnica de massa	UTM	1UTM = 9,80665Kg
	Quilograma-força (na Terra)	kg f	1kg f = 9,80665N
	Quilograma-força (na Lua)	kg f	1kg f = 1,62202N
comprimento	Polegada (pol. e ") Usualmente se usa o símbolo " para expressar um medida em polegadas, mas no SI este símbolo já é utilizado para o segundo.	in	1in = 2,540cm
	jarda	yd	1,094yd = 1,000m 1yd = 91,44cm
	pé	ft	30,48cm
	milha	mi	1mi = 1,609 km = 5280 ft
	ano-luz		9,461.10 ¹⁵ m
	Ångström	Å	1Å = 10 ⁻¹⁰ m = 10 ⁻⁸ cm = 10 ⁻¹ nm
	Parsec (parallax-second)	pc	3,08568.10 ¹⁶ m
Área	Centímetro quadrado	cm ²	1cm ² = 0,155 in ²
	Metro quadrado	m ²	1m ² = 10 ⁴ cm ² = 10,76ft ²
			1in. ² = 6,452cm ² 1ft ² = 144in ² = 0,0929m ²
volume	quarto (E.U.A.)	qt	0,9463525 L
	galão (E.U.A.)	gal	3,78541 L
	quarto imperial	qt	1,1365225 L
	galão imperial	gal	4,54609 L
	litro	L ou l	1dm ³ = 10 ⁻³ m ³ = 1 000cm ³ = 0,03531ft ³ = 61,02in ³
	mililitro	mL ou ml	1cm ³

Força	Newton	N	$1\text{N} = 10^5\text{din} = 0,2248\text{lb}$
	Libra	lb	$1\text{lb} = 4,448\text{N} = 4,448 \cdot 10^5\text{din}$
	Dina	din	$1\text{din} = 1\text{g}\cdot\text{cm/s}^2 = 10^{-5}\text{N}$
energia	caloria (termoquímica)	cal	4,186 J
	elétron-volt	eV	$1,602\,177\,33(49) \cdot 10^{-19}\text{J}$
	Ergs	erg	$1\text{erg} = 1 \cdot 10^{-7}\text{J}$ $1\text{J} = 10^7\text{ergs} = 0,239\text{cal}$
	quilowatt-hora	kWh	$3,6 \times 10^6\text{J}$
	litro-atmosfera	L.atm	101,325 J
		1 kWh	$3,600 \cdot 10^6\text{J}$
		Btu	$1055\text{J} = 252\text{cal}$
pressão	torr	Torr	$1\text{mm Hg} = 1\text{torr} = 133,322\text{Pa}$
	atmosfera (padrão)	atm	$101325\text{Pa} = 760\text{Torr}$ $1,01325 \cdot 10^5\text{Pa} = 1,013\text{bar}$ $14,7\text{lb/in}^2 = 2117\text{lb/ft}^2$
	bar	bar	10^5Pa
	libras por polegada quadrada	psi	6894,76 Pa
	Pascal	Pa	$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2 = 1,450 \cdot 10^{-4}\text{lb/in}^2$ $= 0,209\text{lb/ft}^2$
potência	cavalo-de-força (horsepower)	hp	$745,7\text{W} = 550\text{ft}\cdot\text{lb/s}$
	cavalo-vapor	cv	735,5W
	Watt	W	$1\text{W} = 1\text{J/s}$
	Btu/h	Btu/h	$1\text{Btu/h} = 0,293\text{W}$
momento de dipolo	debye	D	$3,33564 \cdot 10^{-30}\text{C}\cdot\text{m}$

5 TEMPERATURA

Primeiro ponto fixo fundamental	Ponto de fusão da água	273,15 K (exato) 0 °C 32 °F
Segundo ponto fixo fundamental	Ponto de evaporação da água	373,15 K (exato) 100 °C 212 °F

Celsius → Fahrenheit	$T_{\text{Fahrenheit}} = \frac{9}{5} \left(\frac{T_{\text{Celsius}}}{^{\circ}\text{C}} \right) ^{\circ}\text{F} + 32^{\circ}\text{F}$
Fahrenheit → Celsius	$T_{\text{Celsius}} = \frac{5}{9} \left(\frac{T_{\text{Fahrenheit}}}{^{\circ}\text{F}} \right) ^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$
Celsius → Kelvin	$T_{\text{Kelvin}} = \left(\frac{T_{\text{Celsius}}}{^{\circ}\text{C}} \right) \text{K} + 273,15\text{K}$

6 TABELA DE PREFIXOS

Fator	Prefixo	Símbolo	Fator	Prefixo	Símbolo
10^{24}	iota	Y	10^{-1}	deci	d
10^{21}	zeta	Z	10^{-2}	centi	c
10^{18}	exa	E	10^{-3}	mili	m
10^{15}	peta	P	10^{-6}	micro	μ
10^{12}	tera	T	10^{-9}	nano	n
			10^{-10}	ångström	Å
10^9	giga	G	10^{-12}	pico	p
10^6	mega	M	10^{-15}	femto	f
10^3	quilo	k	10^{-18}	atto	a
10^2	hecto	h	10^{-21}	zepto	z
10^1	deca	da	10^{-24}	iocto	y

*O prefixo Ångström não pertence ao SI.

7 TRANSFORMAÇÃO DE UNIDADES COM PREFIXOS

Prefixo	Fator de multiplicação	Exemplos	Símbolos
Quilo	$1000 = 10^3$	1 quilometro = 1000 metros = 10^3 m 1 quilograma = 1000 gramas = 10^3 g	km kg
Deci	$\frac{1}{10} = 10^{-1}$	1 decímetro = 0,1 metro = 10^{-1} m	dm
Centi	$\frac{1}{100} = 10^{-2}$	1 centímetro = 0,01 metro = 10^{-2} m	cm
Mili	$\frac{1}{1000} = 10^{-3}$	1 milímetro = 0,001 metro = 10^{-3} m 1 milissegundo = 0,001 segundo = 10^{-3} s 1 miligrama = 0,001 grama = 10^{-3} g	mm ms mg
Micro	$\frac{1}{1\,000\,000} = 10^{-6}$	1 micrometro = 0,000 001 metro = 10^{-6} m 1 micrograma = 0,000 001 grama = 10^{-6} g	μ m μ g
Nano	$\frac{1}{1\,000\,000\,000} = 10^{-9}$	1 nanômetro = 0,000 000 001 metro = 10^{-9} m 1 nanograma = 0,000 000 001 grama = 10^{-9} g	nm ng

8 CONSTANTES NUMÉRICAS

Nome	Símbolo	Valor
Pi	$\pi = \frac{\text{circunferência}}{\text{diâmetro}}$	3,141592654... (irracional)
Número de Euler	e	2,718281828...
Aceleração da gravidade	g	9,806 65 m · s ⁻²
Equivalente mecânico do calor		4,186 J/cal (15° calorías)
Carga elementar / Carga elétrica fundamental / Módulo da carga do elétron	e	1,602 177 33(49).10 ⁻¹⁹ C
Comprimento de onda Compton	$\lambda_c = \frac{h}{m_e c}$	2,42631058 × 10 ⁻¹² m
Mol , número de Avogadro (O número de átomos em x gramas do elemento). Ex: 16,00g de Oxigênio, 19,00g de Flúor, 23,00g de Sódio, ambos contém um mol.	N_A	1mol = N_A = 6,022 136 7(36).10 ²³ 6,022 136 7(36).10 ²³ mol ⁻¹ (partículas quaisquer)
Constante de Boltzmann	$k = \frac{R}{N_A}$	1,380 658 (12).10 ⁻²³ J · K ⁻¹
Constante de Faraday	$F = N_A e$	9,64853 × 10 ⁴ C · mol ⁻¹
	$\mathfrak{F}$	9,648531 × 10 ⁴ C · F ⁻¹
Constante de Planck	h	6,626 075 5(40).10 ⁻³⁴ J · s
	$\hbar = h \div (2\pi)$	1,05457 × 10 ⁻³⁴ J · s
Constante de Rydberg	R_H	3,28984 × 10 ¹⁵ Hz 1,097 373 153 4 × 10 ⁷ m ⁻¹
Constante dos gases	R = gás ideal $F = N_A k$	8,20574 × 10 ⁻² L · atm · K ⁻¹ · mol ⁻¹
		8,314 47L · kPa · K ⁻¹ · mol ⁻¹
		8,314 47 × 10 ⁻² L · bar · K ⁻¹ · mol ⁻¹
		8,314 47J · K ⁻¹ · mol ⁻¹
		62,363 7L · Torr · K ⁻¹ · mol ⁻¹
Volume molar dos gases ideais na CNTP	V_m	22,414 10 (19) L.mol ⁻¹ (litro / mol) (0°C e 1 atm) , CNTP = condições normais de temperatura e pressão
Constante Gravitacional	G	6,672 59 (85) × 10 ⁻¹¹ N · m ² · kg ⁻²
Estado fundamental do Hidrogênio	$E_0 = \frac{m_e e^4 k^2}{2\hbar^2} = \frac{e^2 k}{2a_0}$	13,605698(40)eV
Magnéton de Bohr	$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}$	9,2740154 (31) × 10 ⁻²⁴ J · T ⁻¹
Magnéton Nuclear	$\mu_n = \frac{e\hbar}{2m_p}$	5,0507866 (17) × 10 ⁻²⁷ J · T ⁻¹
Massa do dêuteron	m_d	3,3435860 (20) × 10 ⁻²⁷ kg
Massa do elétron	m_e	9,109 393 897(54).10 ⁻³¹ kg
	m_e	5,485 800 × 10 ⁻⁴ u
Energia de repouso do elétron	$m_e c^2$	0,510 999 06 (15) MeV
Massa do Nêutron	m_n	1,674 9286(10).10 ⁻²⁷ kg
	m_n	1,008665 u

Massa do próton	m_p	$1,672\,623\,1(1) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
	m_p	$1,007277 \text{ u}$
Permissividade no vácuo	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$	$8,854\,187\,817 \cdot 10^{-12} \text{ J}^{-1} \cdot \text{C}^2 \cdot \text{m}^{-1} \quad (\text{exato})$
		$8,854\,187\,817 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$
	$1/4 \pi \epsilon_0$	$8,987\,551\,787 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$
Permeabilidade do vácuo	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2} \quad (\text{exato})$
		$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb/A} \cdot \text{m}$
Quantum de fluxo magnético	$\Phi_0 = \frac{h}{2e}$	$2,06783461 (61) \times 10^{-15} \text{ Wb}$
Raio de Bohr	$a_0 = \frac{\hbar^2}{m_e e^2 k}$	$0,529177249 (24) \times 10^{-10} \text{ m}$
Razão frequência-voltagem de Josephson	$2e/h$	$4,8359767 (14) \times 10^{14} \text{ Hz} \cdot \text{V}^{-1}$
Resistência Hall quantizada	h/e^2	$25812,8056 (12) \Omega$
Velocidade da luz no vácuo	c	$2,997\,924\,58 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (\text{exato})$
2ª constante de radiação	c_2	$1,44 \times 10^{-2} \text{ K} \cdot \text{m} \quad (\text{Kelvin Metro}) \quad (\text{experimental})$
Velocidade do som no ar	v_{som}	$331 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 1,19 \times 10^3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \approx 1190 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
Zero absoluto	0K (zero Kelvin)	$-273,15^\circ\text{C}$

*Os Algarismos entre parênteses, nos valores da tabela, constituem incertezas nos dois últimos algarismos.

9 RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Tipo de Radiação	Frequência (10^{14} Hz)	Comprimento de onda (nm, 2 fs)*	Energia por fóton (10^{-19} J)
Raios X e raios γ	$\geq 10^3$	≤ 3	$\geq 10^3$
Ultravioleta	8,6	350	5,7
Violeta	7,1	420	4,7
Azul	6,4	470	4,2
Verde	5,7	530	3,8
Amarelo	5,2	580	3,4
Laranja	4,8	620	3,2
Vermelho	4,3	700	2,8
Infravermelho	3,0	1000	2,0
Microondas e ondas de rádio	$\leq 10^{-3}$	$\geq 3 \times 10^6$	$\leq 10^{-3}$

* A abreviação fs corresponde ao número de **figuras significativas** dos dados.

** As frequências, comprimentos de onda e energia são valores típicos que não devem ser considerados.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E LEITURA COMPLEMENTAR

- (1) Química Geral, Vol. 1, 2ª Edição – James E. Brady, Gerard E. Humiston.
- (2) Princípios de Química, 3ª Edição – Peter Atkins, Loretta Jones.
- (3) Química Geral, Vol. 1, 2ª Edição – John B. Russell.
- (4) Física 1, Vol 1 – Raymond A. Serway.
- (5) Física I: Mecânica – Sears & Zemansky, Young & Freedman