

# Sistemas de Unidades, Notação Científica, Algarismos Significativos

## Sistema de Internacional de Unidades

S. C. G. Granja

Departamento de Matemática  
Universidade do Estado de Mato Grosso — UNEMAT

Física 1, Março de 2010

# Alfabeto grego

Algumas constantes ou variáveis em matemática podem ser representadas com letras latinas e gregas.

Tabela: Alfabeto Grego

Alfa	A	$\alpha$	Nu	N	$\nu$
Beta	B	$\beta$	Xi	$\Xi$	$\xi$
Gama	$\Gamma$	$\gamma$	Ômicron	O	$o$
Delta	$\Delta$	$\delta$	Pi	$\Pi$	$\pi, \varpi$
Épsilon	E	$\epsilon, \varepsilon$	Rô	P	$\rho, \varrho$
Zeta	Z	$\zeta$	Sigma	$\Sigma$	$\sigma, \varsigma$
Eta	H	$\eta$	Tau	T	$\tau$
Teta	$\Theta$	$\theta, \vartheta$	Ípsilon	$\Upsilon$	$\upsilon$
Iota	I	$\iota$	Fi	$\Phi$	$\phi, \varphi$
Kapa	K	$\kappa$	Qui	X	$\chi$
Lambda	$\Lambda$	$\lambda$	Psi	$\Psi$	$\psi$
Mu	M	$\mu$	Ômega	$\Omega$	$\omega$

# Potências de 10 I

Prefixos de unidades de medida, potências de 10, símbolos e nomes

Potência ou fator	Prefixo	Símbolo	Nome Comum
$10^{(10^{100})}$			googleplex
$10^{100}$			googol
$10^{24}$	iota	Y	septilhão
$10^{21}$	zeta	Z	sextilhão
$10^{18}$	exa	E	quintilhão
$10^{15}$	peta	P	quadrilhão
$10^{12}$	tera	T	trilhão
$10^9$	giga	G	bilhão
$10^6$	mega	M	milhão
$10^3$	quilo	k	mil
$10^2$	hecto	h	cem

## Potências de 10 II

Prefixos de unidades de medida, potências de 10, símbolos e nomes

Potência ou fator	Prefixo	Símbolo	Nome Comum
$10^1$	deca	da	dez
$10^{-1}$	deci	d	décimo
$10^{-2}$	centi	c	centésimo
$10^{-3}$	mili	m	milésimo
$10^{-6}$	micro	$\mu$	milionésimo
$10^{-9}$	nano	n	bilionésimo
$10^{-12}$	pico	p	trilionésimo
$10^{-15}$	femto	f	quadrilionésimo
$10^{-18}$	ato	a	quintilionésimo
$10^{-21}$	zepto	z	sextilionésimo
$10^{-24}$	iocto	y	septilionésimo

# Sistemas Internacional de Unidades (SI) I

## Sistema Internacional (SI)

- Grandezas físicas expressas por um pequeno número de unidades fundamentais[1, 2, 3, 4]
- Padronização internacional dessas grandezas fundamentais, estabelecido em 1960.
- Os padrões dizem respeito a grandezas diretamente mensuráveis:
  - comprimento, tempo, massa, corrente elétrica, intensidade luminosa
- Existem sistemas não internacionais como o
  - cgs: centímetro, grama, segundo,
  - Sistema Imperial ou americano.

# Sistemas Internacional de Unidades (SI) II

## Unidades fundamentais no SI

- metro (m)** Comprimento, distância percorrida pela luz no vácuo em. A luz velocidade da luz no vácuo é  $c = 299\,792\,458$  m/s
- segundo (s)** Tempo. Duração de 9 192 631 770 períodos da radiação da transição entre dois níveis do  $^{133}\text{Cs}$ .
- quilograma (kg)** Massa do cilindro de platina iridiada mantido em Sèvres, França. Padrão foi feito em 1887.
- ampère (A)** Corrente elétrica constante em dois condutores paralelos infinitos e seção desprezível, separados de 1 m no vácuo, com força igual a  $2 \times 10^{-7}$  N por metro de comprimento.
- kelvin (K)** Temperatura, fração  $1/273,16$  da temperatura termodinâmica do ponto triplo da água.
- candela (cd)** Intensidade Luminosa de radiação monocromática com intensidade radiante de  $1/683$  W por estereo-radiano.
- mole (mol)** Quantidade de substância, de um sistema que contém tantas unidades elementares como átomos em 12 g de  $^{12}\text{C}$ .

# Sistemas Internacional de Unidades (SI)

## Grandezas fundamentais e as Unidades no SI

Grandeza Fundamental	Nome	Símbolo
comprimento	metro	m
tempo	segundo	s
massa	quilograma	kg
temperatura	kelvin	K
corrente eléctrica	ampère	A
intensidade luminosa	candela	cd
quantidade de substância	mole	mol

# Conversão de Unidades I

## Exemplos, comprimento

- $1 \text{ cm} \equiv 1 \text{ centímetro} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$
- $1 \text{ km} \equiv 1 \text{ quilômetro} = 1 \times 10^3 \text{ m}$
- $1,74 \text{ cm} = 1,74 \times 10^{-2} \text{ m} = 17,4 \times 10^{-3} \text{ m}$
- $200 \text{ km} = 200 \times 10^3 \text{ m} = 200 \times 10^6 \text{ mm} = 200 \times 10^9 \mu\text{m}$



## Conversão de Unidades II

### Exemplo, tempo

- $25,0 \mu\text{s} = 25,0 \times 10^{-6} \text{ s} = 25,0 \times 10^3 \text{ ns}$
- $1,0 \text{ d} = 24 \text{ h} = 3,6 \times 10^3 \text{ s}$

# Conversão de Unidades III

## Exemplos, massa

- $1,000 \text{ kg} \equiv 1,000 \text{ quilograma} = 1000 \text{ g}$
- $1 \text{ t} \equiv 1 \text{ tonelada} = 1 \times 10^3 \text{ kg}$
- $2,50 \text{ kg} = 2,50 \times 10^3 \text{ g} = 25,0 \times 10^2 \text{ g} = 2,50 \times 10^{-3} \text{ t}$
- $1,70 \text{ t} = 1,70 \times 10^3 \text{ kg} = 1,70 \times 10^6 \text{ g} = 1,70 \text{ Mg}$
- $200 \text{ g} = 200 \times 10^{-3} \text{ kg} = 0,200 \text{ kg}$

# Conversão de Unidades IV

## Exemplo

- Seu patrão o envia em uma viagem para um país estrangeiro, em que placas da estrada fornecem as distâncias em milhas e o velocímetro do automóvel em milhas por hora. Se você estiver dirigindo a  $55,9 \text{ mi/h}$ , qual será a sua velocidade em quilômetros por hora e em metros por segundo?

# Notação Científica I

## Números em Notação científica

- Manipulação de números grandes e pequenos é mais fácil.
- O número será um produto de um número entre 1 e 10 e uma potência de 10

$$a \times 10^n$$

com  $1 \leq a < 10$  e  $n \in \mathbb{Z}$ .

- A separação  $a$  e  $10^n$  indicam
  - a quantidade de **algarismos significativos** e
  - a **ordem de grandeza** da medida.

## Notação Científica II

- números

$$12\,000\,000 = 1,2 \times 10^7$$

$$0,010 = 1,0 \times 10^{-2}$$

$$0,000\,25 = 2,5 \times 10^{-4}$$

- distância Terra-Sol:

$$150\,000\,000\,000 \text{ m} = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$$

- diâmetro de um vírus:

$$0,000\,000\,010 \text{ m} = 1,0 \times 10^{-8} \text{ m}$$

# Notação Científica III

## Exemplo

Em 12 g de carbono há  $N_A = 6,022 \times 10^{23}$  átomos de carbono (Número de Avogadro).

Se fosse possível contar 1 átomo por segundo, quanto tempo levaria para contar os átomos de 1 g de carbono?

Expresse a resposta em segundos, dias e anos.

# Notação Científica IV

## Exemplo

Um litro (L) é o volume de um cubo de 10 cm de aresta.  
Bebendo-se 1 litro de água, qual o volume em centímetros cúbicos e em metros cúbicos ocupado pelo líquido no estômago?

# Algarismos Significativos I

## Aritmética com algarismos significativos

- Os números na ciência são **resultado de medições**;
- Leva-se em conta o **grau de incerteza**;
- A **indicação grosseira da incerteza** pode ser deduzida através dos **algarismos significativos**;



## Algarismos Significativos II

o valor 2,50 m

Medindo-se uma aranha de brinquedo com 2,50 m de largura  $l$  diz-se que

$$2,495 \text{ m} < l < 2,505 \text{ m}$$

- A incerteza na medida da largura é conhecido no intervalo de

$$\pm 0,005 \text{ m} = \pm 0,5 \text{ cm}$$

- Assim uma forma de expressar a medida é

$$l = 2,500 \text{ m} \pm 0,005 \text{ m}$$

ou

$$l = (2,500 \pm 0,005) \text{ m}$$

# Algarismos Significativos III

## A fita métrica, trena ou régua em milímetros

- As divisões são em milímetros;
- Um valor com estes instrumentos só pode ser estimado com a aproximação de

$$\pm 0,5 \text{ mm}$$

ao contrário do exemplo anterior.

# Algarismos Significativos IV

## Algarismo significativo

É um algarismo conhecido de forma confiável

## Exemplo

- 2,50 m                      tem 3 algarismos sig.
- 2,503 m                    tem 4 algarismos sig.
- 0,000 12 s =  $1,2 \times 10^{-4}$  s                      tem 2 algarismos sig.
- 0,000 120 s =  $1,20 \times 10^{-4}$  s                      tem 3 algarismos sig.

# Algarismos Significativos V

## Exemplo

- Calcule a área de um campo circular de raio 8,5 m.
- Calcule a área de um campo circular de raio 5,50 m.

A área é

$$A = \pi r^2$$

- Calcule a soma de 1,058 e 0,213 41

?

Ok, mas com quantos algarismos significativos cada resultado deve ser expresso?

# Algarismos Significativos VI

## Aritmética com algarismos significativos

- **Multiplicação ou Divisão:**

O **número de algarismos significativos** do resultado de uma multiplicação ou divisão **não pode ser maior** do que o menor número de algarismos significativos de qualquer dos fatores

- **Adição ou Subtração:**

O resultado da adição ou da subtração de dois números **não pode ter algarismos significativos** além da última casa decimal dos algarismos significativos dos números envolvidos

# Algarismos Significativos VII

## Verifique as regras sobre algarismos significativos

1  $1,58 \times 0,03 = 0,05$

2  $1,58 \times 0,030 = 0,047$

3  $1,58 \times 0,0300 = 0,0474$

4  $1,4 + 2,53 = 3,9$

5  $2,34 \times 10^2 + 4,93 = 2,39 \times 10^2$

6  $2,34 \times 10^3 + 4,93 = 2,34 \times 10^3$

# Ordens de Grandeza

## Ordem de Grandeza e potências de 10

Ordem de Grandeza é a potência de 10 para a qual arredondamos um número em uma estimativa.





- Altura de uma formiga:  $8 \times 10^{-4}$  m com ordem de grandeza  $10^{-3}$  m
- Altura típica humana: 2 m com ordem de grandeza  $10^0$  m

# Exemplos

Seção	$\geq$	Fator/m	$<$	Unid	Exemplo
Subatômico	0		$10^{-15}$	am	elétron, quark, string
Atômico para celular	$10^{-15}$		$10^{-12}$	fm	proton, neutron
	$10^{-12}$		$10^{-9}$	pm	hidrogênio atom
	$10^{-9}$		$10^{-6}$	nm	DNA helix, virus
Escala humana	$10^{-6}$		$10^{-3}$	$\mu\text{m}$	bactéria cabelo humano
	$10^{-3}$		$10^0$	mm	mosquito, bola de golfe
	$10^0$		$10^3$	m	humano, campo futebol
	$10^3$		$10^6$	km	Monte Everest
Astronômico	$10^6$		$10^9$	Mm	Lua, Terra, um segundo-luz
	$10^9$		$10^{12}$	Gm	Sol, órbita da Terra
	$10^{12}$		$10^{15}$	Tm	Sistema Solar
	$10^{15}$		$10^{18}$	Pm	um ano-luz
	$10^{18}$		$10^{21}$	Em	braço galactico
	$10^{21}$		$10^{24}$	Zm	Via Láctea
	$10^{24}$		$\infty$	Ym	universo visível



# Para Leitura Posterior I

-  TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para Cientistas e Engenheiros. v. 1.* 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos, 2006. 840 p.
-  NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica. v. 1.* 4. ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2002.
-  HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física. v. 1.* 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos, 2006.
-  RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE. *Física.* 5. ed. [S.l.]: Livros Técnicos e Científicos.