



Departamento de Física Experimental

# Métodos Estatísticos de Física Experimental

Expressão de Números, Algarismos Significativos, ...  
(*Matacões*)

25-26 de fevereiro de 2014

Paulo R. Pascholati

# Matacões - Ibiuna



# Sumário

- 1 Prólogo
- 2 Como Expressar Número e Valor de uma Grandeza
  - Como Expressar Número
  - Como Expressar o Valor de uma Grandeza
- 3 Algarismos Significativos
- 4 Manipulação de Números
  - Truncamento
  - Arredondamento
- 5 Algarismos Significativos na Incerteza Padrão

# Prólogo

Nesta apresentação é tratado de alguns conceitos básicos de comunicação de resultados de medição em ciências exatas. Nela há regras de como expressar números e valores de grandeza, algarismos significativos, truncamento e arredondamento de números e algarismos significativos na incerteza padrão.

*Matação é um grande bloco arredondado de diâmetro maior que 256 mm, produzidos pelo processo de intemperismo químico, conhecido como esfoliação esferoidal ou pelo desgaste de blocos arrastados por correntes fluviais.*

# Sumário

- 1 Prólogo
- 2 Como Expressar Número e Valor de uma Grandeza
  - Como Expressar Número
  - Como Expressar o Valor de uma Grandeza
- 3 Algarismos Significativos
- 4 Manipulação de Números
  - Truncamento
  - Arredondamento
- 5 Algarismos Significativos na Incerteza Padrão

# Como Expressar Número

## Regra

- 1 Números com mais de quatro dígitos à direita da vírgula decimal devem ser separados por um espaço em grupos de três dígitos, com a restrição de que o último grupo não pode ter apenas um dígito. Exemplo: 1,123; 1,1234; 1,123 45; 1,123 456; 1,123 4567; 1,123 456 78; 1,123 456 789; etc.
- 2 Números com mais de quatro dígitos à esquerda da vírgula decimal devem ser separados por um espaço em grupos de três dígitos, com a restrição de que primeiro grupo não pode ter apenas um dígito. Exemplo: 1,123; 11,234; 112,345; 1123,456; 11 234,567; 112 345,678; 1123 456,789; 11 234 567,890; etc.

# Como Expressar o Valor de uma Grandeza

## Regra e Exemplos

- 1 Digita-se o número corresponde ao valor da grandeza seguido sem espaço do símbolo  $\pm$  novamente sem espaço e o valor da incerteza seguido de espaço e do símbolo da unidade correspondente; ou
- 2 Digita-se o número correspondente ao valor da grandeza seguido dos dígitos significativos da incerteza entre parênteses seguido de espaço e do símbolo da unidade correspondente.<sup>1</sup>

1  $18,010 \pm 0,011 \text{ m}$  ou  $18,010(11) \text{ m}$

2  $(18\ 010 \pm 11) \cdot 10^3 \text{ mm}$  ou  $18\ 010(11) \cdot 10^3 \text{ mm}$

3  $1801,0 \pm 1,1 \text{ m}$  ou  $1801,0(11) \text{ m}$

4  $1,8010 \pm 0,0011 \text{ km}$  ou  $1,8010(11) \text{ km}$

<sup>1</sup>A notação com parênteses de modo geral economiza a tarefa de digitação.

# Sumário

- 1 Prólogo
- 2 Como Expressar Número e Valor de uma Grandeza
  - Como Expressar Número
  - Como Expressar o Valor de uma Grandeza
- 3 Algarismos Significativos
- 4 Manipulação de Números
  - Truncamento
  - Arredondamento
- 5 Algarismos Significativos na Incerteza Padrão



# Algarismos Significativos

## Regra

A precisão do resultado de uma grandeza obtida em um experimento está associada ao número de dígitos que compõe o valor numérico associada a ela. O número de dígitos significativos é definido como (Bevington);

- 1 O dígito não zero mais a esquerda em um número é o dígito mais significativo;
- 2 Se não há vírgula decimal, o dígito não zero mais à direita é o menos significativo;
- 3 Se há vírgula decimal, o dígito mais à direita é o menos significativo, mesmo que seja 0; e
- 4 Todos os dígitos entre os dígitos mais significativo e menos significativos são nomeados dígitos significativos.

# Algarismos Significativos

## Exemplos

- 1024 – 4 significativos
- 1,024 – 4 significativos
- 0,025 – 2 significativos
- 0,2000 – 4 significativos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19}$  – 10 significativos (carga do elétron em C)
- $8,854\ 187\ 817 \cdot 10^{-19}$  – 10 significativos (permitividade elétrica no vácuo em F/m)
- $25 \cdot 10^{-3}$  – 2 significativos
- 200 – 3 significativos
- 20,0 – 3 significativos
- 0,200 – 3 significativos

# Sumário

- 1 Prólogo
- 2 Como Expressar Número e Valor de uma Grandeza
  - Como Expressar Número
  - Como Expressar o Valor de uma Grandeza
- 3 Algarismos Significativos
- 4 Manipulação de Números
  - Truncamento
  - Arredondamento
- 5 Algarismos Significativos na Incerteza Padrão

# Manipulação de Números

## Truncamento

Truncar um valor é diminuir o número de dígitos que o constitui sem se preocupar com a precisão que ele representa.

- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19}$
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602\ 176\ 56 \cdot 10^{-19}$  – 9 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602\ 176\ 5 \cdot 10^{-19}$  – 8 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602\ 176 \cdot 10^{-19}$  – 7 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602\ 17 \cdot 10^{-19}$  – 6 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602\ 1 \cdot 10^{-19}$  – 5 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602 \cdot 10^{-19}$  – 4 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,60 \cdot 10^{-19}$  – 3 dígitos

# Manipulação de Números

## Arredondamento – Regra

Resultados experimentais devem ser apresentados com o número de significativos de acordo com a precisão experimental que se tem. Assim, trunca-se o resultado para ter o número de dígitos pretendido, levando em conta os dígitos omitidos como uma fração decimal. Regras de arredondamento:

- 1 Se a fração decimal dos dígitos omitidos for maior que  $1/2$ , o dígito menos significativo é aumentado de uma unidade;
- 2 Se a fração decimal dos dígitos omitidos for menor que  $1/2$ , o dígito menos significativo permanece inalterado; e
- 3 Se a fração decimal dos dígitos omitidos for igual a  $1/2$ , o dígito menos significativo é aumentado de uma unidade caso ele seja ímpar, caso contrário permanece com o mesmo valor.

# Manipulação de Números

## Arredondamento – Exemplos

- Arredondamento para quatro significativos:
  - $0,0114750 \rightarrow 0,01148$  justificativa  $0,50 = 1/2$  e 7 é ímpar
  - $0,0114650 \rightarrow 0,01146$  justificativa  $0,50 = 1/2$  e 6 é par
- Arredondamento para três significativos:
  - $0,011475 \rightarrow 0,0115$  justificativa  $0,75 > 1/2$
- Arredondamento para um significativo:
  - $0,011475 \rightarrow 0,01$  justificativa  $0,1475 < 1/2$

# Manipulação de Números

## Arredondamento do Valor da Carga do Elétron

Compare o arredondamento do valor da carga do elétron deste quadro com os resultados de truncamento do quadro 12.

- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19}$
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602\ 176\ 56 \cdot 10^{-19}$  – 9 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602\ 176\ 6 \cdot 10^{-19}$  – 8 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602\ 177 \cdot 10^{-19}$  – 7 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602\ 18 \cdot 10^{-19}$  – 6 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602\ 2 \cdot 10^{-19}$  – 5 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,602 \cdot 10^{-19}$  – 4 dígitos
- $1,602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1,60 \cdot 10^{-19}$  – 3 dígitos

# Sumário

- 1 Prólogo
- 2 Como Expressar Número e Valor de uma Grandeza
  - Como Expressar Número
  - Como Expressar o Valor de uma Grandeza
- 3 Algarismos Significativos
- 4 Manipulação de Números
  - Truncamento
  - Arredondamento
- 5 Algarismos Significativos na Incerteza Padrão



# Algarismos Significativos na Incerteza Padrão

## Regra

Segundo Vanin, Gouffon e Helene as regras para o número de algarismos na incerteza padrão de uma medição são:

- 1 A incerteza padrão *deve* ser apresentada com dois algarismos significativos quando o primeiro algarismo significativo do valor da incerteza for o dígito um ou o dígito dois; e
- 2 A incerteza padrão *pode* ser apresentada com um ou dois algarismos significativos quando o primeiro algarismo significativo do valor da incerteza for o dígito três ou maior.

# Algarismos Significativos na Incerteza Padrão

## Exemplo

O valor obtido para uma medição foi média de 18,010 200 e incerteza padrão de 0,011 475.

Como a incerteza padrão deve ser apresentada por dois algarismos significativos na situação em que o dígito mais significativo do número é 1 tem-se que :

incerteza = 0,011 porque no arredondando verifica-se que 0,475 é menor do que  $1/2$ ; e

valor = 18,010 porque no arredondamento para três dígitos após a virgula decimal (mesmo número de dígitos daquele da incerteza) verifica-se que 0,20 é menor do que  $1/2$ .

# Algarismos Significativos na Incerteza Padrão

Exemplo – Vuolo

expressão de incerteza			
inadequada		adequada	
0,144 m	0,1 m	0,14 m	14 cm
1,026 s	1 s	1,0 s	—
100 m	$10^2$ m	$1,0 \cdot 10^2$ m	0,10 km
2,31 kg	2 kg	2,3 kg	—
2,78 cm	3 cm	2,8 cm	28 mm
3,49 m	—	3,5 m	3 m
3,51 m	—	3,5 m	4 m
4,413 N	4,41 N	4,4 N	4 N
0,005 04 m	—	0,0050 m	0,005 m
6,66 mm	—	6,7 mm	7 mm
800 m	—	$8,0 \cdot 10^2$ m	$8 \cdot 10^2$ m
0,095 11 kg	—	0,095 kg	0,10 kg