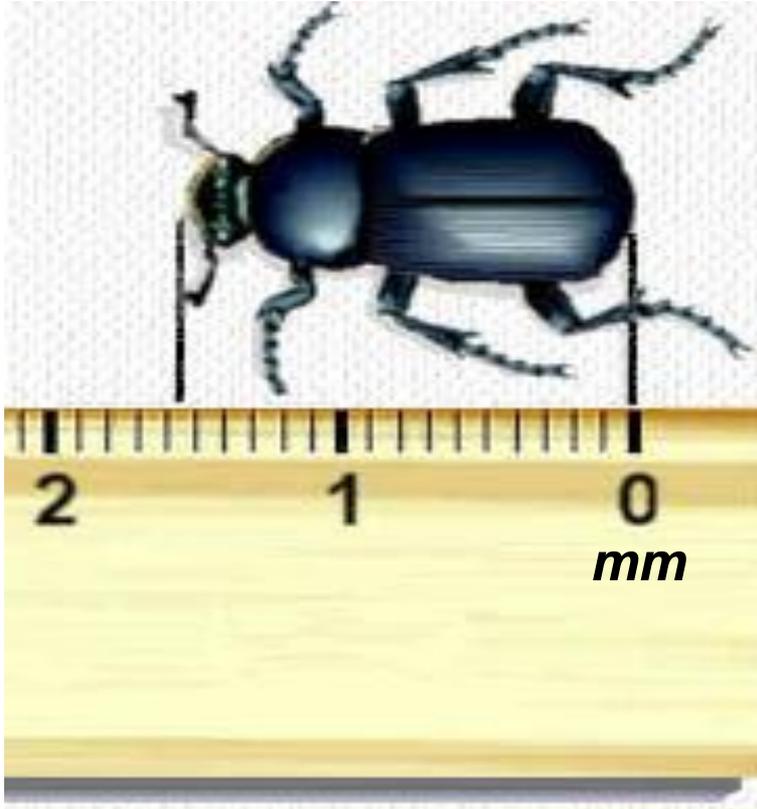




Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Campus São Paulo

Algarismos **Significativos**

Qual é o comprimento do besouro?



$L_1 = 15,6 \text{ mm ?}$

$L_2 = 15,5 \text{ mm ?}$

$L_3 = 15,7 \text{ mm ?}$

$L_4 = 15,8 \text{ mm ?}$

Como resolver as discordâncias dimensionais?

“Teoria dos Erros”

Incerteza na leitura da medida $\rightarrow \Delta M$

depende do instrumento de leitura

Regra prática

(adotada)

$$\Delta M = (\text{menor divisão da escala do instrumento})/2$$

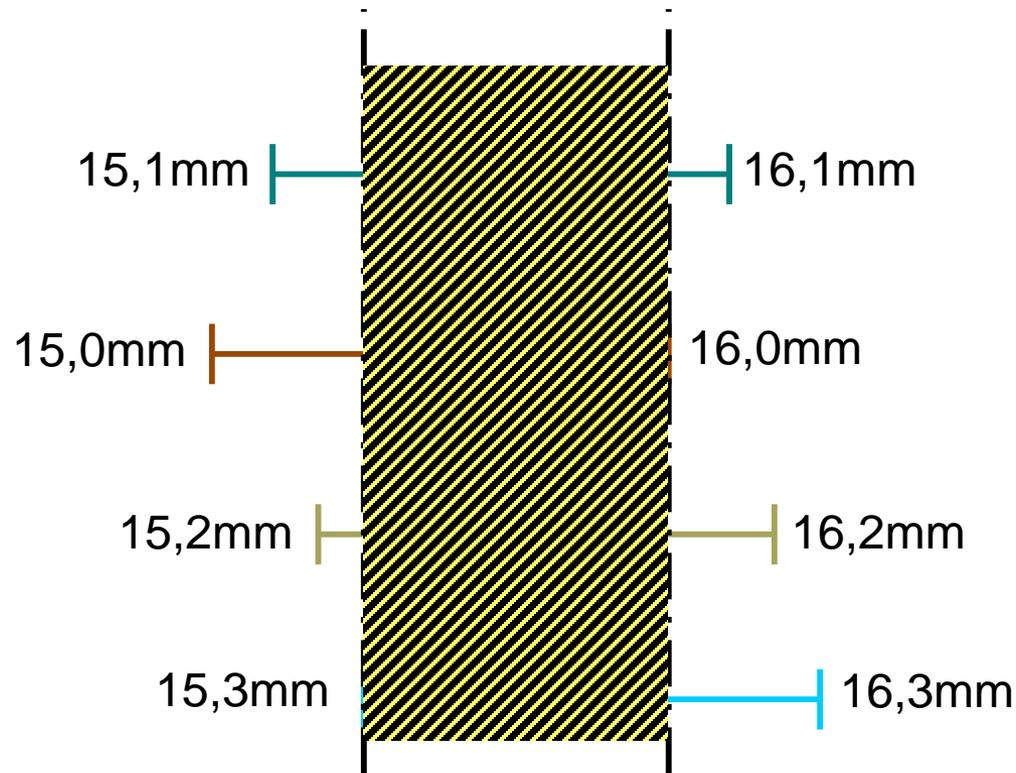
Para o exemplo do besouro:

$$\Delta L = \frac{1}{2} \text{ mm} = 0,5 \text{ mm}$$

Como representar os resultados?

$$L_1 \pm \Delta L_1 = (15,6 \pm 0,5) \text{ mm} \quad L_2 \pm \Delta L_2 = (15,5 \pm 0,5) \text{ mm}$$

$$L_3 \pm \Delta L_3 = (15,7 \pm 0,5) \text{ mm} \quad L_4 \pm \Delta L_4 = (15,8 \pm 0,5) \text{ mm}$$



As medidas são **experimentalmente** iguais!!

E aí, é só correr pro abraço da galera!?!



*E mais: o comprimento verdadeiro do besouro,
ninguém nunca vai descobrir.*

Tipos de Erros

a) Erro sistemático : é um erro que afeta igualmente **todas as n medições x_i** . Isto é, o conjunto completo das n medições x_i apresenta-se igualmente deslocada com relação ao valor verdadeiro x_v .

Erros sistemáticos podem ser de vários tipos como:

- **Erro sistemático instrumental** : erro que resulta da calibração do instrumento de medição.
- **Erro sistemático ambiental** : erro devido a efeitos do ambiente sobre a experiência. Fatores ambientais como temperatura, pressão, umidade e outros podem introduzir erros no resultado de medição.
- **Erro sistemático observacional** : erro devido a pequenas falhas de procedimentos ou limitações do observador. Por exemplo, o efeito de paralaxe na leitura de escalas de instrumentos.

b) Erro estatístico ou erro aleatório : é a medida da dispersão dos n resultados x_i em torno do valor verdadeiro x_v .

Erros estatísticos (ou aleatórios) resultam de variações aleatórias nas medições, provenientes de fatores que não podem ser controlados ou que, por algum motivo, não foram controlados. Por exemplo, na medição de massa com balança, correntes de ar ou vibrações (fatores aleatórios) podem introduzir erros estatísticos na medição.

Definição

Denomina-se **algarismo significativo (AS)** o número de algarismos que compõem o valor de uma grandeza, excluindo-se eventuais zeros à esquerda usados para acerto de unidades.

Atenção: ZEROS À DIREITA **PODEM SER** SIGNIFICATIVOS.

- Algarismos **corretos** (ou **exatos**)
- Algarismo **duvidoso**: o último algarismo à direita

A medida 143,25 cm:

Notação Científica: **1,4325 x 10⁺²**

Nº. de Algarismos Significativos: cinco (**1, 4, 3, 2 e 5**)

Algarismos corretos (ou exatos): **1, 4, 3 e 2**

Algarismo duvidoso: **5**

A medida 12345,0 cm:

Notação Científica: **1,23450 x 10⁺⁴**

Nº. de Algarismos Significativos: seis (1, 2, 3, 4, 5 e 0)

Algarismos corretos: 1, 2, 3, 4 e 5

Algarismo duvidoso: 0

O zero(0) após a vírgula é significativo.

A medida 0,00014 cm:

Notação Científica: **1,4 x 10⁻⁴**

Nº. de Algarismos Significativos: dois (1 e 4)

Algarismo correto: 1

Algarismo duvidoso: 4

Os zeros (0) à esquerda do algarismo 1 não são significativos!!!

Notação Científica

É uma forma prática e útil de representar números muito pequenos ou muito grandes.

Basta movimentar a vírgula ou para a esquerda ou para a direita, dividindo ou multiplicando o número original por 10, uma ou mais vezes, mas nunca se esquecendo de manter o número original.

A apresentação do número N deve ter o seguinte formato:

$$N = \pm a \times 10^b \quad \text{onde,} \quad 1 \leq a \in \mathbb{R} < 10 \quad \text{e} \quad b \in \mathbb{Z}$$

Exemplos:

- Memória RAM – 16.000.000.000 bytes a 16.000.000 Hz

Memória HyperX Predator de 16GB DIMM DDR4 2400MHz



- um átomo de Magnésio tem um diâmetro de 0,00000000026m

- Planeta Terra

Massa = 5.973.600.000.000.000.000.000.000 kg

Distância Terra - Sol = 149.000.000 km

Prefixos para Potências de base 10

Prefixo	Símbolo	10^n	Escala curta(*)	Equivalência Decimal
Yotta	Y	10^{24}	Septilhão	1 000 000 000 000 000 000 000 000
Zetta	Z	10^{21}	Sextilhão	1 000 000 000 000 000 000 000
Exa	E	10^{18}	Quintilhão	1 000 000 000 000 000 000
Peta	P	10^{15}	Quadriilhão	1 000 000 000 000 000
Tera	T	10^{12}	Trilhão	1 000 000 000 000
Giga	G	10^9	Bilhão	1 000 000 000
Mega	M	10^6	Milhão	1 000 000
Kilo	k	10^3	Milhar	1 000
Hecto	h	10^2	Centena	100
Deca	da	10^1	Dezena	10
		10^0	Unidade	1
Deci	d	10^{-1}	Décimo	0,1
Centi	c	10^{-2}	Centésimo	0,01
Mili	m	10^{-3}	Milésimo	0,001
Micro	μ	10^{-6}	Milionésimo	0,000 001
Nano	n	10^{-9}	Bilionésimo	0,000 000 001
Pico	p	10^{-12}	Trilionésimo	0,000 000 000 001
Femto	f	10^{-15}	Quadrilionésimo	0,000 000 000 000 001
Atto	a	10^{-18}	Quintilionésimo	0,000 000 000 000 000 001
Zepto	z	10^{-21}	Sextilionésimo	0,000 000 000 000 000 000 001
Yocto	y	10^{-24}	Septilionésimo	0,000 000 000 000 000 000 000 001

(*) A **escala curta** apresenta cada número mil vezes o seu anterior. Temos também a escala longa, em que cada termo é um milhão de vezes o seu anterior. O Brasil usa a escala curta (em que o número termina em *lhão*). Os países de língua portuguesa (exceção do Brasil) usam a escala longa (em que o número termina em *lhão*).

Exercícios para treino

- 1) Escreva o número $-0,0000000000000384$ em notação científica.
- 2) Escreva o número 256800000000 em notação científica.
- 3) Como escrevemos $7,5 \times 10^{-5}$ na forma decimal?
- 4) Como escrevemos $2,045 \cdot 10^{+4}$ na forma decimal?
- 5) Efetue a adição $7,77 \cdot 10^{-2} + 2,175 \cdot 10^1 + 1,1 \cdot 10^3$.
- 6) Efetue a divisão $1,147 \cdot 10^{23} : 3,7 \cdot 10^{-31}$.
- 7) (FUVEST 2009- adaptada) As células da bactéria *Escherichia coli* têm formato cilíndrico, com 8×10^{-7} metros de diâmetro. O diâmetro de um fio de cabelo é de aproximadamente 1×10^{-4} metros. Dividindo-se o diâmetro de um fio de cabelo pelo diâmetro de uma célula de *Escherichia coli*, qual é o resultado que se obtém?
- 8) (Adaptada) A nossa galáxia, a Via Láctea, contém cerca de 400 bilhões de estrelas. Suponha que 0,05% dessas estrelas possuam um sistema planetário onde exista um planeta semelhante à Terra. Qual é o número de planetas semelhantes à Terra, na Via Láctea?
- 9) (Adaptada) Considerando que cada aula dura 50 minutos, qual é o intervalo de tempo de duas aulas seguidas, expresso em segundos?
- 10) A plataforma continental brasileira é rica em jazidas de petróleo. Dela são extraídas 60% da produção nacional. As reservas de petróleo do país somam 2,816 milhões de barris. Escreva em notação científica e em unidades de barris nossas reservas petrolíferas.

Exercícios

AS01) Indique o número de algarismos significativos de cada número abaixo:

- a) 12,00 b) 0,3300 c) 0,0015 d) 2,23. 10⁹ e) 2008

AS02) As medidas indicadas abaixo estão corretamente em algarismo significativos.

- a) 473 m b) 0,0705 cm c) 37 mm d) 37,0 mm

Escreva-as em notação científica e indique os algarismos corretos e o primeiro duvidoso, em cada medida.

AS03) O intervalo de tempo de um ano corresponde a quantos segundos? Dê sua resposta em notação científica e com dois algarismos significativos.

AS04) (PUC-SP) O número de algarismo significativos de 0,00000000008065 cm é:

- a) 3 c) 11 e) 15
b) 4 d) 14

AS05) (Cefet-PE) A medição do comprimento de um lápis foi realizada por um aluno usando uma régua graduada em mm. Das alternativas apresentadas, aquela que expressa corretamente a medida obtida é:

- a) 15 cm b) 150 mm c) 15,00 cm d) 15,0 cm e) 150,00 cm

O que fazer com aquela quantidade enorme de algarismos que apareceram no visor da calculadora?

- Identificar a posição do algarismo duvidoso no resultado;
- Aplicar as regras de arredondamento:
 1. Se o número à direita do algarismo duvidoso for $\geq \underline{0}$ e $\leq \underline{4}$, **manter** o algarismo à esquerda;
 2. Se o número à direita do algarismo duvidoso for $\geq \underline{5}$ e $\leq \underline{9}$, **somar** a unidade (+1) ao algarismo da esquerda;

Operações com AS

*Ajustar todos os valores envolvidos na operação para a **mesma** unidade de medida.*

*Efetuar as contas, usar as regras de arredondamento e apresentar o resultado final em **NC**.*

Adição e Subtração

O resultado de uma soma ou de uma subtração deve ser relatado com o mesmo número de casas decimais da parcela **mais pobre em precisão**.

mais pobre

$$\begin{array}{r} 6,\underline{3} \\ + 2,14 \\ \hline 8,\underline{44} = \mathbf{8,\underline{4}} \end{array}$$

mais pobre

$$\begin{array}{r} 9\underline{0} \\ - 2,14 \\ \hline 87,\underline{86} = \mathbf{8\underline{8}} \end{array}$$

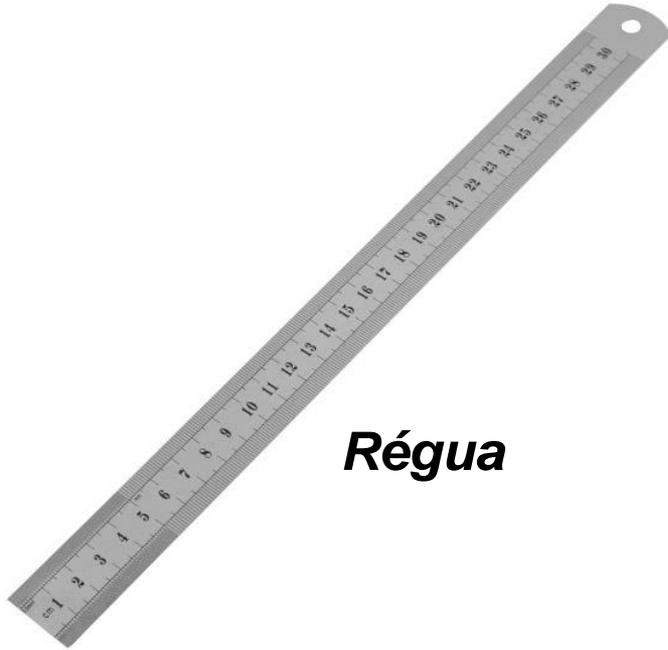
Multiplificação e Divisão

O resultado de uma multiplicação ou de uma divisão deve ser arredondado para **o mesmo** número de algarismos significativos que o do fator com a **menor quantidade** de algarismos significativos.

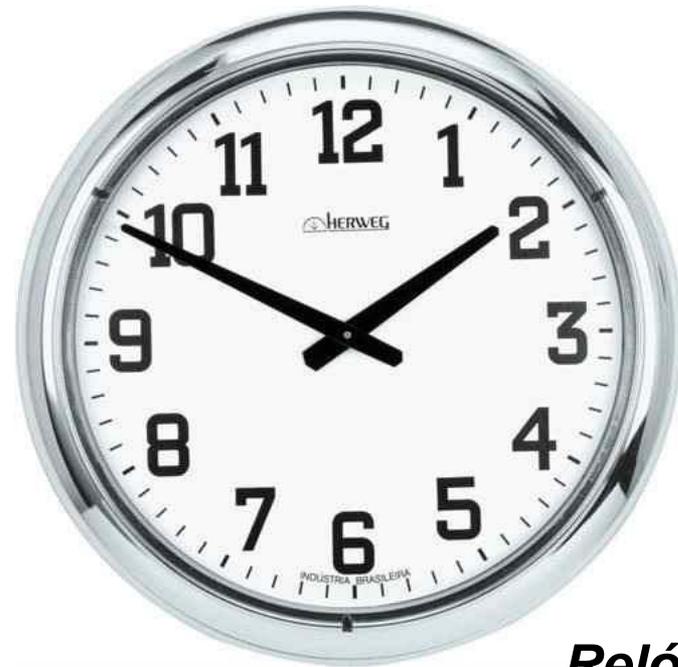
$$\begin{array}{ccc} 2 \text{ A.S.} & 3 \text{ A.S.} & 2 \text{ A.S.} \\ \swarrow & \nearrow & \nearrow \\ 6,3 \times 2,14 = 13,482 \rightarrow 13 \\ \\ 6,3 \div 2,14 = 2,9439252\dots \rightarrow 2,9 \end{array}$$

Obs.: em operações que envolvam o número π ou qualquer outra constante, usar o valor da calculadora, **exceto** quando ele for informado.

- Algumas grandezas físicas → *Posição, Tempo*



Régua



Relógio

Atividade

Título: **Algarismos Significativos** (AS)

Introdução: Estudar algarismos significativos, operações com AS, regras de arredondamento, usando o cálculo do perímetro e a área de uma folha de papel. Determinação da incerteza do instrumento de medição.

Procedimento experimental: Determinar a incerteza de cada régua; medir os lados de uma folha de papel com três régua diferentes;

Dados e resultados: montar uma tabela com os valores encontrados (régua 1, régua 2, régua 3, lado maior, lado menor); calcular os perímetros e as respectivas áreas para cada instrumento, baseando-se no que foi estudado sobre **AS**.

Comentários e conclusões: discorrer sobre a precisão instrumental.

Modelo 1

	Régua 1 (dp)		Régua 2 (cp)		Régua 3 (mp)	
	$L \pm \Delta L$	$C \pm \Delta C$	$L \pm \Delta L$	$C \pm \Delta C$	$L \pm \Delta L$	$C \pm \Delta C$
Estud. 1						
Estud. 2						
Estud. 3						
Estud. 4						

Modelo 2

	Régua 1		Régua 2		Régua 3	
	$P \pm \Delta P$ (dp)	$A \pm \Delta A$ (dp ²)	$P \pm \Delta P$ (cp)	$A \pm \Delta A$ (cp ²)	$P \pm \Delta P$ (mp)	$A \pm \Delta A$ (mp ²)
Estud. 1						
Estud. 2						
Estud. 3						
Estud. 4						

Exercícios

- 1) Qual é o número de algarismos significativos em cada uma das medidas abaixo?
- a. 33,55 g
 - b. 23 kg
 - c. 1,32 m
 - d. 24,7 cm
 - e. 0,003000 m³
- 2) (Cefet-PR) Um reservatório tem dimensões de 2 m X 2 m X 80 cm e contém água até a sua metade. O número de litros de água contido é um valor próximo de:
- a. 320
 - b. 3.200
 - c. 160
 - d. 1.600
 - e. 8.000

3) Um estudante mediu os lados de seu quarto retangular, obtendo os valores 2,95 m e 3,1 m, expressos corretamente em algarismos significativos. Ao efetuar o produto dos lados para calcular a área do quarto, utilizando uma calculadora, chegou ao resultado 9,145 m². A área do quarto, expressa corretamente em algarismos significativos, é igual a:

- a. 9,145 m²
- b. 9,14 m²
- c. 9,15 m²
- d. 9,1 m²
- e. 9 m²

4) (UFU-MG) Uma lata contém 18,2 litros de água. Se você despejar mais 0,2360 do litro, o volume terá o número de algarismos significativos igual a:

- a. dois.
- b. três.
- c. quatro.
- d. cinco.
- e. seis.

5) Quantos algarismos significativos há em cada uma das medidas seguintes?

- a. 702 cm
- b. 36,00 kg
- c. 0,00815 m
- d. 0,05080

6) Ao medir o comprimento de uma estrada, uma pessoa encontrou 56 km.

- a. qual o algarismo duvidoso desta medida?
- b. Seria aceitável escrever esta medida como 56.000 m?
- c. Qual a maneira de expressar esta medida em metros, sem deixar dúvidas quanto aos algarismos significativos?

7) O volume de um cone é dado pela expressão $V = A \times h / 3$, onde A é a área da base e h é sua altura. Para um dado cone temos $A = 0,302 \text{ m}^2$ e $h = 1,020 \text{ m}$. Qual o volume do corpo?

8) Efetue as operações indicadas dando o resultado em notação científica com o número correto de algarismos significativos.

a. $8,20 \times 10^{+8} + 5,4 \times 10^{+4} =$

b. $3,72 \times 10^{-4} - 2,65 \times 10^{-2} =$

c. $700 / 0,0035 =$

d. $0,052 \times 0,0084 / 420 =$

9) Quais das igualdades seguintes apresentam o resultado expresso corretamente em relação aos algarismos significativos?

a. $1,50 \times 10^{-3} \times 2,0 \times 10^{-1} = 3 \times 10^{-4}$

b. $3,41 \times 10^8 - 5,2 \times 10^2 = 3,41 \times 10^8$

c. $1,701 \times 2,00 \times 10^{-3} = 3,4 \times 10^{-3}$

d. $9,2 \times 10^5 / 3,0 \times 10^2 = 3,1 \times 10^3$

10) O resultado experimental de uma medida é 12,32475 e sabemos que o último algarismo significativo é a casa dos centésimos. Como deveríamos expressar o resultado do experimento?

11) Efetue os seguintes cálculos, arredonde o resultado final com o número apropriado de algarismos significativos e escreva o resultado em notação científica.

a. $1,58 \times 0,03 =$

b. $1,4 + 2,53 =$

c. $2,34 \times 10^2 + 4,93 =$

d. $(1,14) \times (9,99 \times 10^4) =$

e. $12 \times \pi / (4,56 \times 10^{-3}) =$

f. $(2,78 \times 10^{-8}) - (5,31 \times 10^{-9})$

g. $200,9 \times 569,3$

h. $63,25 / (4,17 \times 10^{-3})$

i. $(5,14 \times 10^3) + (2,78 \times 10^2)$

j. $3,141592654 \times (23,2)^2$

k. $(4/3) \times \pi \times (1,1)^3$

l. $(2,0)^5 / (3,141592654)$

Referências Sitigráficas

- <http://www.brasilecola.com/fisica/operacoes-com-algarismos-significativos.htm>
- http://profanderson.net/files/disciplinas/Teoria_de_erros.pdf
- <http://efisica.if.usp.br/mecanica/universitario/incertezas/algarismos/>
- http://www.cefetsp.br/edu/okamura/algarismos_significativos.htm
- <http://www.fisica.com.br/educacao-ensino-medio/20-exercicios-resolvidos-01>
- <http://marco.pro.br/ee.html>