

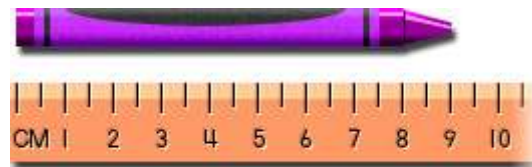
Mecânica
MÓDULO 1 – Introdução

Professor Osvaldo Venezuela

Algarismos Significativos

“Quando se pode medir aquilo de que se está falando e exprimi-los por números, sabe-se algo a respeito; mas quando não é possível exprimi-lo por número, o conhecimento é escasso e de natureza insatisfatória . Pode ser o início do conhecimento, mas não faz avançar senão muito pouco o espírito para o estágio da ciência”.

Lord Kelvin



Com a régua acima, se você medir o comprimento do lápis verá que ele está entre 9,2 e 9,3 cm. Quantos décimos de milímetros devemos considerar? É impossível precisar. O algarismo que deverá aparecer após o número 9 não carrega a mesma certeza. Ele é, por esta razão, denominado *duvidoso*, e o 9 é *correto*. Então, a medida do comprimento do lápis deve ser expressa por dois algarismos. Por exemplo, 9,1; 9,2 ou 9,3. Esses dois algarismos são denominados *significativos*.

Ao expressar a medida de uma grandeza física, é importante utilizar os algarismos corretos e o primeiro algarismo duvidoso. No nosso exemplo, não tem sentido registrar a medida do comprimento do lápis como 9,25 cm. O algarismo 5 é desnecessário, porque o 2 que o antecede já é um algarismo duvidoso.

Resumindo: Algarismos significativos, em uma medida, são aqueles que sabemos estarem corretos e mais o primeiro duvidoso.

Zeros à esquerda

Transformemos a medida $d = 4,75$ cm para quilômetros. Obteremos: $d = 0,000475$ km. Se inicialmente a medida dada em cm apresentava três algarismos significativos, agora, expressa em km, com quantos ficou? É fácil perceber que a medida d dada em km continua intacta, tendo sido alterada apenas a unidade em que está apresentada. Os zeros à esquerda do 4 servem apenas para posicionar a vírgula que traduz a nova unidade em que a medida está dada.

Resumindo: Zeros à esquerda do primeiro algarismo diferente de zero não constituem algarismos significativos.

Zeros à direita

Consideremos agora um estudante que, dispondo de uma balança graduada em décimos de quilograma, realize a medição da massa de um material qualquer. Admitamos que o valor encontrado para a massa tenha sido $m = 2,30$ kg. Quantos algarismos significativos compõem a medida? A medida é composta por três algarismos significativos. O algarismo 2 e o três são corretos. O algarismo 0 (zero) é o primeiro duvidoso e é, também, significativo. Mas, zero é ou não é algarismo significativo? Depende. Zeros à esquerda do primeiro algarismo diferente de zero não são significativos; porém:

Zeros à direita do primeiro algarismo diferente de zero constituem algarismos significativos, desde que estejam enquadrados na definição apresentada.

Potência de dez

Toda quantidade pode ser expressa como um número decimal, multiplicado pela adequada potência de dez. Dessa forma, ao invés de escrever que o raio da Terra é aproximadamente 6.370.000 metros, escrevemos $6,37 \times 10^6$ metros. Nesta forma de escrever números, mostramos a limitada precisão de nosso conhecimento, omitindo todos os algarismos sobre os quais não temos informação. Assim, quando para o raio da Terra escrevemos $6,37 \times 10^6$ m e não $6,374 \times 10^6$ m ou $6,370 \times 10^6$ m, estamos dizendo que estamos razoavelmente seguros sobre o terceiro algarismo, mas não fazemos idéia do valor do quarto. Logo temos três algarismos significativos.

Outra Definição (Notação de Engenharia)

Nos cálculos obtém-se tanto números muito grandes quanto muito pequenos. Em engenharia usa-se representar estes números é através da notação científica (valor vezes potência de 10).

Exemplos:

$$524.000.000 = 5,24 \times 10^8 \text{ (ou } 0,524 \times 10^9)$$

$$0,0000032 = 3,4 \times 10^{-6}$$

Exemplos:

$$4250 \text{ ou } 4,250 \times 10^3 \text{ (4 algarismos significativos).}$$

$$3141,5 \text{ ou } 3,1415 \times 10^3 \text{ (5 algarismos significativos).}$$

$$59622 \text{ ou } 5,9622 \times 10^4 \text{ (5 algarismos significativos).}$$

$$0,016 \text{ ou } 1,6 \times 10^{-2} \text{ (2 algarismos significativos).}$$

$$0,01600 \text{ ou } 1,600 \times 10^{-2} \text{ (4 algarismos significativos).}$$

Todos os dígitos diferentes de zero são significativos. (ex: 7,3; 32 e 0,21 possuem 2 algarismos significativos). Os Zeros entre dígitos diferentes de zero são significativos (ex: 303 e 1,03 possuem 3 algarismos significativos). Se existir uma vírgula decimal, todos os zeros à direita da vírgula decimal são significativos (ex: 1,000 e 33,30 possuem 4 algarismos significativos).

O número de algarismos significativos de uma grandeza medida ou um valor calculado é uma indicação da incerteza: mais algarismos significativos, menor a incerteza no valor. Assim, se for apresentado o valor de uma grandeza medida com 3 algarismos significativos, indica que o valor do 3º algarismo tem uma incerteza menor $\pm 0,5$ °C. Se for apresentada uma temperatura como 32 °C (2 significativos), está indicado que a temperatura está entre 31,5 e 32,5 °C. Caso ela for apresentada como 32,5 °C (3 significativos), está indicado que a temperatura está entre 32,45 e 32,55 °C.

Esta regra aplica-se somente a valores medidos ou calculados. Números inteiros que são resultados experimentais seguem as regras acima (ex: a pressão em uma caldeira é 6 atm, possui 1 algarismo significativo). Números inteiros que descrevem o número de objetos discretos possuem precisão infinita (5 dias = 5,0000000... dias). Números inteiros que são parte de uma expressão física possuem precisão infinita (o 2 na equação do perímetro do círculo $2\pi R$, possui uma precisão infinita uma vez que por definição o diâmetro é 2 vezes o raio).

Operações com Algarismos Significativos

Quando dois ou mais quantidades são multiplicados ou divididos o número de algarismos significativos resultante deve ser igual ao menor número de algarismos significativos de qualquer um dos multiplicadores ou divisores. Se o cálculo inicial viola esta regra, ele deve ser arredondado para reduzir o número de algarismos significativos ao valor máximo permitido. Assim, se várias operações são realizadas em seqüência, é desejável manter todos os dígitos nos valores intermediários e arredondar somente o valor final.

Exemplo:

$$1,23 \times 4,321 = 5,31483 \Rightarrow 5,31 \text{ \{3 significativos\}}$$

$$\frac{1,2 \times 10^{-3} \times 0,1234 \times 10^7}{5,31} = 278,870056497 \Rightarrow 2,8 \times 10 \text{ \{2 significativos\}}$$

Obs: Cuidado com o truncamento de cálculo: $4 / 3 = 1,333333 * 3 = 3,999999!$

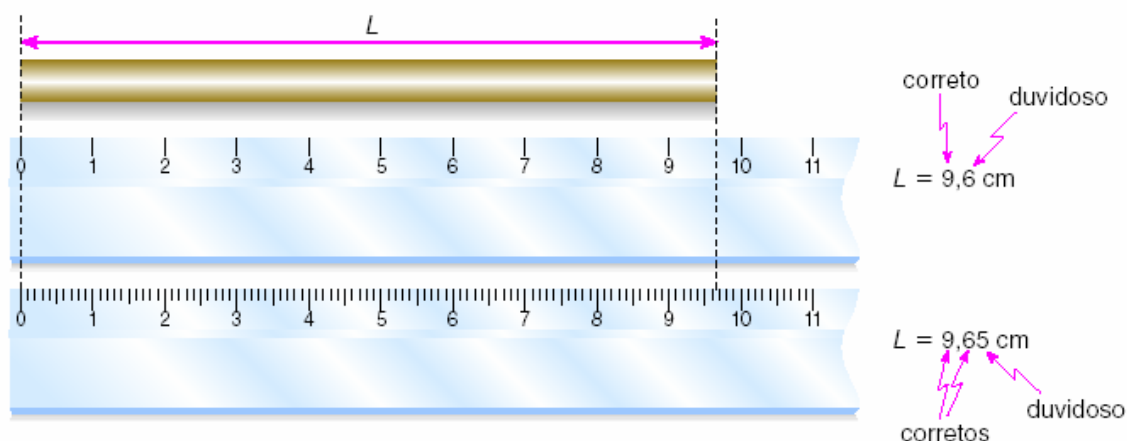
Quando 2 ou mais números são adicionados ou subtraídos, a posição do último algarismo significativos em cada número, relativa à virgula decimal, deve ser comparada. Destas posições o resultado mantém a posição do valor com o significativo mais a esquerda.

$$1230 - 2,33 = 1227,67 \Rightarrow 1228 \text{ \{4 significativos\}}$$

$$1,0000 + 0,023 + 0,12 = 1,1430 \Rightarrow 1,14 \text{ \{3 significativos\}}$$

Resumo:

ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS



Os algarismos significativos de uma medida são os algarismos corretos e o primeiro duvidoso.

OPERAÇÕES COM ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

Multiplicação e divisão

O resultado deve apresentar um número de algarismos significativos igual ao do fator que possui o menor número de algarismos significativos.

Adição e subtração

O resultado deve apresentar um número de casas decimais igual ao da parcela com menos casas decimais.

Notação científica

Consiste em exprimir um número da seguinte forma: $N \cdot 10^n$, em que n é um expoente inteiro e $1 \leq N < 10$.

Ordem de grandeza

Se $N \geq \sqrt{10} \Rightarrow$ ordem de grandeza: 10^{n+1}

Se $N < \sqrt{10} \Rightarrow$ ordem de grandeza: 10^n

Exercícios

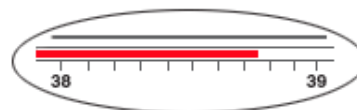
1. (UFPI) Oito gotas esféricas de mercúrio, cada uma com raio igual a 1 mm, agregam-se, formando uma gota esférica única. O raio da gota resultante é, em mm:

- a) 16
- b) 12
- c) 8
- d) 4
- e) 2

2. (PUC-MG) A medida da espessura de uma folha de papel, realizada com um micrômetro, é de 0,0107 cm. O número de algarismos significativos dessa medida é igual a:

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5

3. (Unifesp-SP) Na medida de temperatura de uma pessoa por meio de um termômetro clínico, observou-se que o nível de mercúrio estacionou na região entre 38 °C e 39 °C da escala, como está ilustrado na figura. Após a leitura da temperatura, o médico necessita do valor transformado para uma nova escala, definida por $t_x = 2t_c/3$ e em unidades °X, onde t_c é a temperatura na escala Celsius. Lembrando de seus conhecimentos sobre algarismos significativos, ele conclui que o valor mais apropriado para a temperatura t_x é:



- a) 25,7 °X.
- b) 25,7667 °X.
- c) 25,766 °X.
- d) 25,77 °X.
- e) 26 °X.

4. (Cesgranrio-RJ) Um estudante, tendo medido o corredor de sua casa, encontrou os seguintes valores:

Comprimento: 5,7 m

Largura: 1,25 m

Desejando determinar a área deste corredor com a maior precisão possível, o estudante multiplica os dois valores anteriores e registra o resultado com o número correto de algarismos, isto é, somente com os algarismos que sejam significativos. Assim fazendo, ele deve escrever:

- a) 7,125 m².
- b) 7,12 m².
- c) 7,13 m².
- d) 7,1 m².
- e) 7 m².

5. (PUC-MG) Um estudante concluiu, após realizar a medida necessária, que o volume de um dado é 1,36 cm³. Levando-se em conta os algarismos significativos, o volume total de cinco dados idênticos ao primeiro será corretamente expresso pela alternativa:

- a) 6,8 cm³.
- b) 7 cm³.
- c) 6,80 cm³.

- d) $6,800 \text{ cm}^3$.
- e) $7,00 \text{ cm}^3$.

6. (PUC-MG) Um carro fez uma viagem em linha reta em três etapas. Com a ajuda de um sistema de localização por satélite (GPS), foi possível calcular a distância percorrida em cada etapa, mas com diferentes precisões. Na primeira etapa, a distância percorrida foi $1,25 \cdot 10^3 \text{ km}$, na segunda, $81,0 \text{ km}$, e na terceira, $1,0893 \cdot 10^3 \text{ km}$. A distância total percorrida, respeitando-se os algarismos significativos, é:

- a) $3,149 \cdot 10^3 \text{ km}$.
- b) $3,15 \cdot 10^3 \text{ km}$.
- c) $3,1 \cdot 10^3 \text{ km}$.
- d) $3 \cdot 10^3 \text{ km}$.

7. (UFU-MG) A ordem de grandeza em segundos, em um período correspondente a um mês, é:

- a) 10.
- b) 10^3 .
- c) 10^6 .
- d) 10^9 .
- e) 10^{12} .

8. (Unirio-RJ) "Um dia eu vi uma moça nuiha no banho.

Fiquei parado o coração batendo.

Ela se riu.

Foi o meu primeiro alumbramento."

(Manuel Bandeira)

A ordem de grandeza do número de batidas que o coração humano dá em um minuto de alumbramento como este é:

- a) 10^1
- b) 10^2
- c) 10^0
- d) 10^3
- e) 10^4

9. (UF Juiz de Fora-MG) Supondo-se que um grão de feijão ocupe o espaço equivalente a um paralelepípedo de arestas $0,5 \text{ cm} \cdot 0,5 \text{ cm} \cdot 1,0 \text{ cm}$, qual das alternativas abaixo melhor estima a ordem de grandeza do número de feijões contido no volume de um litro?

- a) 10
- b) 10^2
- c) 10^3
- d) 10^4
- e) 10^5

10. (UEL-PR) A ordem de grandeza do número de grãos de arroz que preenchem um recipiente de 5 litros é de:

- a) 10^3
- b) 10^6
- c) 10^8
- d) 10^9
- e) 10^{10}

11. (Cesgranrio-RJ) O fumo é comprovadamente um vício prejudicial à saúde. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, um fumante médio, ou seja, aquele que consome cerca de 10 cigarros por dia, ao chegar à meia-idade terá problemas cardiovasculares. A ordem de grandeza do número de cigarros consumidos por este fumante durante 30 anos é de:

- a) 10^2
- b) 10^3
- c) 10^4
- d) 10^5
- e) 10^6

12. (UF Viçosa-MG) Considere o volume de uma gota como $5,0 \cdot 10^{-2}$ ml. A ordem de grandeza do número de gotas em um litro de água é:

- a) 10^3
- b) 10^5
- c) 10^2
- d) 10^4
- e) 10^6

13. (UFPE-PE) O fluxo total de sangue na grande circulação, também chamado de débito cardíaco, faz com que o coração de um homem adulto seja responsável pelo bombeamento, em média, de 20 litros por minuto. Qual a ordem de grandeza do volume de sangue, em litros, bombeado pelo coração em uma dia?

- a) 10^2
- b) 10^3
- c) 10^4
- d) 10^5
- e) 10^6

14. (UERJ) O acelerador de íons pesados relativísticos de Brookhaven (Estados Unidos) foi inaugurado com a colisão entre dois núcleos de ouro, liberando uma energia de 10 trilhões de elétrons-volt. Os cientistas esperam, em breve, elevar a energia a 40 trilhões de elétrons-volt, para simular as condições do Universo durante os primeiros microssegundos após o Big Bang. (*Ciência Hoje*, setembro de 2000) Sabendo que 1 elétron-volt é igual a $1,6 \cdot 10^{-19}$ joules, a ordem de grandeza da energia, em joules, que se espera atingir em breve, com o acelerador de Brookhaven, é:

- a) 10^{-8}
- b) 10^{-7}
- c) 10^{-6}
- d) 10^{-5}

15. (UFRRJ-RJ) O censo populacional realizado em 1970 constatou que a população do Brasil era de 90 milhões de habitantes. Hoje, o censo estima uma população de 150 milhões de habitantes. A ordem de grandeza que melhor expressa o aumento populacional é:

- a) 10^6
- b) 10^7
- c) 10^8
- d) 10^9
- e) 10^{10}

16. (UFF-RJ) Os produtos químicos que liberam clorofluorcarbonos para a atmosfera têm sido considerados pelos ambientalistas como um dos causadores da destruição do ozônio na estratosfera.

A cada primavera aparece no hemisfério sul, particularmente na Antártida, uma região de baixa camada de ozônio ("buraco"). No ano 2000, a área dessa região equivalia a, aproximadamente, 5% da superfície de nosso planeta.

A ordem de grandeza que estima, em km^2 , a área mencionada é:

Dado: raio da Terra = $6,5 \cdot 10^3$ km.

- a) 10^3
- b) 10^4
- c) 10^7
- d) 10^9
- e) 10^{12}

RESPOSTAS

- 1. E
- 2. B
- 3. D
- 4. D
- 5. C
- 6. B
- 7. C
- 8. B
- 9. D
- 10. B
- 11. D
- 12. D
- 13. C
- 14. D
- 15. C
- 16. C