

Algarismos Significativos

São todos os algarismos obtidos no processo de medida. Os zeros incluídos para localizar o ponto decimal não são significativos (zeros à esquerda).

Ex.:

1945,1	(5 algarismos significativos)
0,00034	(2 algarismos significativos)
1000	(4 algarismos significativos)
2×10^5	(1 algarismo significativo)
$4,189 \times 10^{-7}$	(4 algarismos significativos)

Em geral, a Incerteza deve conter apenas UM (1) algarismo significativo.

Logo: **A incerteza deve ser arredondada após a sua determinação.**

Mudanças de Unidade

- Ao mudar a unidade de uma medida é importante **não alterar o número de algarismos significativos**

Ex.:

46 cm → 0,46 m (Está correto)

46 cm → 460 mm (está errado pois aumentou o número de algarismos significativos)

- A notação em potência de dez evita este problema

46 cm → 46×10^1 mm

Por convenção apenas a mantissa tem algarismos significativos

- A notação científica também soluciona este problema

46 cm → $4,6 \times 10^2$ mm

Crítérios de Arredondamento

O critério de arredondamento a ser utilizado é o mesmo empregado por calculadoras científicas e programas afins.

Se o número à direita do ponto de arredondamento é:

0, 1, 2, 3, 4 → Simplesmente elimina-se a parte a direita

Ex.: dado o número **0,563729452**

Arredondando para 8 casas depois da vírgula = **0,56372945**

Arredondando para 4 casas depois da vírgula = **0,5637**

Arredondando para 2 casas depois da vírgula = **0,56**

5, 6, 7, 8, 9 → Incrementa o algarismo à esquerda e elimina a parte à direita.

Ex.: dado o número **0,563729452**

Arredondando para 7 casas depois da vírgula = **0,5637295**

Arredondando para 5 casas depois da vírgula = **0,56373**

Arredondando para 1 casa depois da vírgula = **0,6**

Exercícios

Usando o Arredondamento para Representar Medidas

Como a **incerteza** de uma medida só deve ter **um algarismo significativo** então a medida anterior fica:

- Medida Anterior

Opção 2 → A mais simples (a que nós empregamos)

$$\text{Tensão} = (0,126446 \pm 0,0005885) \text{ V}$$

Ajustando a Incerteza para 1 algarismo significativo

$$\text{Tensão} = (0,126446 \pm 0,0006) \text{ V}$$

Para ajustar o **valor médio** da medida basta ver quantas **casas decimais** depois da vírgula existem **na incerteza** (4 neste caso)

Logo o valor da medida deve ser ajustado para 4 casas decimais com o arredondamento necessário

Então:

$$\text{Tensão} = (0,1264 \pm 0,0006) \text{ V (Resultado Final)}$$

OBSERVAÇÃO MUITO IMPORTANTE

Os **arredondamentos** somente devem ser efetuados no **final de todas** as contas.

Razão: cada arredondamento introduz erro (pequeno) mas que ao longo de diversas contas pode resultar em um número sem significado físico.

Operações Matemáticas com Medidas

Sempre que uma operação matemática é efetuada com duas medidas o resultado deve considerar as incertezas de cada medida a fim de determinar a incerteza do resultado da operação.

Existe uma formulação genérica que permite determinar a incerteza em qualquer operação matemática efetuada com uma ou mais medidas.

Esta formulação leva em consideração os valores máximo e mínimo da operação.

Ex.: Supondo duas medidas com suas respectivas incertezas conforme:

$$A = a \pm \delta a$$

$$B = b \pm \delta b$$

Adição

$$A + B = (a \pm \delta a) + (b \pm \delta b) = (a + b) \pm \frac{[Max - Min]}{2}$$

Maior valor que a operação pode assumir

$$Max = (a + \delta a) + (b + \delta b)$$

Menor valor que a operação pode assumir

$$Min = (a - \delta a) + (b - \delta b)$$

Exemplo de adição:

$$A = 14,2 \pm 0,2$$

$$B = 5,3 \pm 0,1$$

A + B = _____

$$A + B = (14,2 \pm 0,2) + (5,3 \pm 0,1) = (14,2 + 5,3) \pm \frac{[Max - Min]}{2}$$

Maior valor que a operação pode assumir

$$Max = (14,2 + 0,2) + (5,3 + 0,1) = 14,4 + 5,4 = 19,8$$

Menor valor que a operação pode assumir

$$Min = (14,2 - 0,2) + (5,3 - 0,1) = 14,0 + 5,2 = 19,2$$

$$A + B = 19,5 \pm \frac{[19,8 - 19,2]}{2} = 19,5 \pm 0,3$$

Cálculos via Excel

Via programa do site

Subtração:

$$A = 14,2 \pm 0,2$$

$$B = 5,3 \pm 0,1$$

$$A - B = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$A - B = (a \pm \delta a) - (b \pm \delta b) = (a - b) \pm \frac{[Max - Min]}{2}$$

Maior valor que a operação pode assumir

$$Max = (a + \delta a) - (b - \delta b) \quad (\text{cuidado com os sinais})$$

Menor valor que a operação pode assumir

$$Min = (a - \delta a) - (b + \delta b) \quad (\text{cuidado com os sinais})$$

$$A - B = (14,2 \pm 0,2) - (5,3 \pm 0,1) = (14,2 - 5,3) \pm \frac{[Max - Min]}{2}$$

Maior valor que a operação pode assumir

$$Max = (14,2 + 0,2) - (5,3 - 0,1) = 14,4 - 5,2 = 9,2$$

Menor valor que a operação pode assumir

$$Min = (14,2 - 0,2) - (5,3 + 0,1) = 14,0 - 5,4 = 8,6$$

$$A - B = 8,9 \pm \frac{[9,2 - 8,6]}{2} = 8,9 \pm 0,3$$

Cálculos via Excel

Via programa do site

Multiplicação:

$$A = 14,2 \pm 0,2$$

$$B = 5,3 \pm 0,1$$

$$A \times B = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$A \times B = (a \pm \delta a) \times (b \pm \delta b) = (a \times b) \pm \frac{[Max - Min]}{2}$$

Maior valor que a operação pode assumir

$$Max = (a + \delta a) \times (b + \delta b)$$

Menor valor que a operação pode assumir

$$Min = (a - \delta a) \times (b - \delta b)$$

$$A \times B = (14,2 \pm 0,2) \times (5,3 \pm 0,1) = (14,2 \times 5,3) \pm \frac{[Max - Min]}{2}$$

Maior valor que a operação pode assumir

$$Max = (14,2 + 0,2) \times (5,3 + 0,1) = 14,4 \times 5,4 = 77,76$$

Menor valor que a operação pode assumir

$$Min = (14,2 - 0,2) \times (5,3 - 0,1) = 14,0 \times 5,2 = 72,8$$

$$A \times B = 75,26 \pm \frac{[77,76 - 72,8]}{2} = 75,26 \pm 2,48 = 75 \pm 2$$

Cálculos via Excel

Via programa do site

Divisão:

$$A = 14,2 \pm 0,2$$

$$B = 5,3 \pm 0,1$$

$$A : B = \underline{\hspace{10em}}$$

$$\frac{A}{B} = \frac{(a \pm \delta a)}{(b \pm \delta b)} = \left(\frac{a}{b} \right) \pm \frac{[Max - Min]}{2}$$

Maior valor que a operação pode assumir

$$Max = \frac{(a + \delta a)}{(b - \delta b)} \quad (\text{cuidado com os sinais})$$

Menor valor que a operação pode assumir

$$Min = \frac{(a - \delta a)}{(b + \delta b)} \quad (\text{cuidado com os sinais})$$

$$\frac{A}{B} = \frac{(14,2 \pm 0,2)}{(5,3 \pm 0,1)} = \left(\frac{14,2}{5,3} \right) \pm \frac{[Max - Min]}{2}$$

Maior valor que a operação pode assumir

$$Max = \frac{(14,2 + 0,2)}{(5,3 - 0,1)} = \frac{14,4}{5,2} = 2,76923 \quad (\text{apenas as 5 primeiras casas decimais})$$

Menor valor que a operação pode assumir

$$Min = \frac{(14,2 - 0,2)}{(5,3 + 0,1)} = \frac{14,0}{5,4} = 2,59259 \quad (\text{apenas as 5 primeiras casas decimais})$$

$$\frac{A}{B} = 2,67924 \pm \frac{[2,76923 - 2,59259]}{2} = 2,67924 \pm 0,08832 = 2,68 \pm 0,09$$

Cálculos via Excel

Via programa do site

Exponenciação: $B = 5,3 \pm 0,1$

$$B^3 = \underline{\hspace{10em}}$$

$$B^3 = (b \pm \delta b)^3 = b^3 \pm \frac{[Max - Min]}{2}$$

Maior valor que a operação pode assumir

$$Max = (b + \delta b)^3$$

Menor valor que a operação pode assumir

$$Min = (b - \delta b)^3$$

$$B^3 = (5,3 \pm 0,1)^3 = (5,3)^3 \pm \frac{[Max - Min]}{2}$$

Maior valor que a operação pode assumir

$$Max = (5,3 + 0,1)^3 = (5,4)^3 = 157,464$$

Menor valor que a operação pode assumir

$$Min = (5,3 - 0,1)^3 = (5,2)^3 = 140,608$$

$$B = 148,877 \pm \frac{[157,464 - 140,608]}{2} = 148,877 \pm 8,428 = 149 \pm 8$$

Cálculos via Excel

Via programa do site