Lab. de Física 1, Exp. 1: Medidas

Clebson Abati Graeff

30 de setembro de 2024

UTFPR–PB

Medidas e unidades

O que é uma medida?

- a *medida* é o valor quantitativo associado a uma *grandeza*, que é uma propriedade de um sistema físico que pode ser expressa quantitativamente através de um *número* e de uma *referência*. A *medida* é resultado de um processo de *medição*
  - A referência geralmente é uma *unidade*, mas pode ser também um *procedimento de medida*, um *material de referência*, ou uma combinação destes
  - A unidade é um valor arbitrário atribuído a um sistema físico padrão, de forma que as demais medidas são feitas em proporcionalidade a tal valor (ex: o metro, o pé, a milha, o quilograma, a libra)
  - Um exemplo de *material de referência* é a escala de dureza de Mohs
- Ex.: 15,32 m, 8,02 s

Dimensão

- As grandezas podem ser divididas em diferentes tipos, sendo que a unidade dentro de um tipo é sempre a mesma, mas diferentes tipos podem ter a mesma unidade. Tais tipos são denominados *dimensão*.
  - a altura de uma casa, a largura de um tecido, e o diâmetro de um tubo são diferentes grandezas que possuem a mesma dimensão de *comprimento*.
  - um exemplo mais contundente de diferentes grandezas que têm a mesma dimensão são energia e torque
- Existem grandezas *adimensionais*, ou seja, que não têm dimensão (ex: coeficiente de atrito, pois é a razão de duas forças [*procedimento de medida*])

Como uma medida é realizada?

- Mensuramos a grandeza através padrão de referência de maneira direta e imediata (ex.: medição com uma régua, ou com um paquímetro)
- Mensuramos uma grandeza de um primeiro sistema físico de maneira direta através de um equipamento, porém este utiliza propriedades de um segundo sistema físico para inferir o valor da grandeza no primeiro sistema (ex: uma proveta com água que é utilizada para determinar o volume de um sólido irregular). [Medidas diretas, mas não imediatas.]
- Mensuramos algumas grandezas diretamente e as utilizamos para calcular uma outra grandeza, obtendo uma medida indireta (ex.: calculamos $V = \pi r^2 \cdot h$ para um cilindro)

Grandezas fundamentais e derivadas

- Algumas grandezas são ditas *fundamentais*
  - são escolhidas por convenção (ex.: metro, segundo)
  - geralmente são aquelas cuja verificação experimental é a mais simples possível
- Todas as outras grandezas são escritas *em termos das fundamentais* (ex.: m/s, m^2)

Sistemas de unidades, SI

- Uma escolha em particular de um conjunto de unidades forma um *Sistema de unidades*
    - Ex.: cgs, avoirdupois, SI
- Na ciência, o sistema adotado é o SI, cujas unidades fundamentais são metro, quilograma, segundo, ampere, kelvin, candela, e mol.

Prefixos do SI

É necessário (e comum) que tenhamos que utilizar potências de 10 para expressar algumas medidas. Os prefixos abaixo são utilizados para expressar as potências de maneira mais conveniente.

$$
\begin{aligned}
10^{-9} &\equiv \mathrm{n} & \qquad 10^{1} &\equiv \mathrm{da} \\
10^{-6} &\equiv \mu & \qquad 10^{2} &\equiv \mathrm{h} \\
10^{-3} &\equiv \mathrm{m} & \qquad 10^{3} &\equiv \mathrm{k} \\
10^{-2} &\equiv \mathrm{c} & \qquad 10^{3} &\equiv \mathrm{M} \\
10^{-1} &\equiv \mathrm{d} & \qquad 10^{9} &\equiv \mathrm{G}
\end{aligned}
$$

Ex.: $0{,}23\,\mathrm{m} \equiv 23\,\mathrm{cm}$

Algarismos significativos

Algarismos Significativos

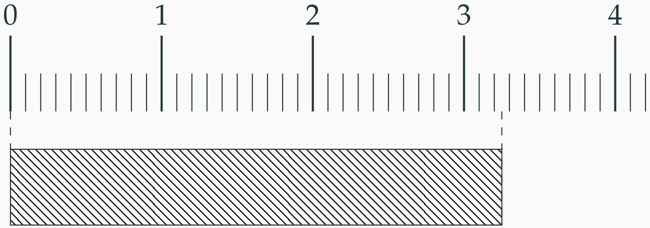
Quando realizamos uma medida, fazemos uma leitura com um número específico de algarismos:

- Se temos um equipamento digital, devemos ler e anotar todos os dígitos mostrados
- Se temos um equipamento dotado de escala auxiliar, devemos ler e anotar todos os dígitos indicados
- Se temos um equipamento analógico, devemos ler e anotar todos os algarismos indicados e um dígito adicional, que deve ser *estimado*

Tais dígitos são os *algarismos significativos* da medida.

Ex.: Medida em equipamento analógico

- Na medida abaixo, lemos 3,2 e estimamos o dígito seguinte como sendo 5. Logo, obtemos 3,25 cm.



Ex.: Equipamento com escala auxiliar

- Através do zero da escala auxiliar, devemos ler o valor na escala principal. Na figura abaixo, temos 27 mm.
- Após isso, devemos verificar a linha da escala auxiliar que melhor se alinha com uma das linhas da escala principal. Na figura, é a segunda após o 2 da escala auxiliar. Cada linha da escala auxiliar vale 0,02 mm, logo, temos 0,24 mm. Somando as leituras, obtemos 27,24 mm.

Parêntesis: funcionamento de uma escala auxiliar

Figura 1: Equipamento zerado, os zeros estão alinhados.

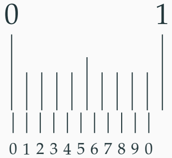


Figura 2: Escala auxiliar deslocada por 1 décimo da largura da menor divisão da escala superior. Alinhamento da marca número 1 da escala auxiliar.

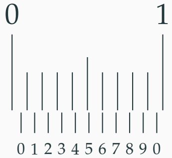


Figura 3: Escala auxiliar deslocada por 6 décimos da largura da menor divisão da escala superior. Note o alinhamento da marca número 6.

Observações importantes

- Note que o número de algarismos significativos varia mesmo para um dado equipamento de medida. As medidas 0,55 cm, 1,82 cm, 35,20 cm, e 111,23 cm são exemplos que têm diferentes números de algarismos significativos, mas são feitas com um mesmo equipamento (trena).
- Podemos afirmar, em geral, que os equipamentos têm um número fixo de casas após a vírgula (duas casas, no caso da trena)

Zeros

- Devemos *incluir zeros à direita* pois eles indicam que *sabemos* que o digito é zero. Ex.: 1,00 cm representa menos precisão que 1,000 0 cm, pois no primeiro caso não sabemos quais são os dígitos após o segundo zero.
- Os zeros à esquerda podem ser ignorados se usarmos uma potência de 10 para posicionar a vírgula, quando necessário. Ex.: 010,2 s é equivalente a 10,2 s; 0,123 4 m é equivalente a $12{,}34 \cdot 10^{-2}$ m, ou 12,34 cm.

Cálculos e algarismos significativos

Quando fazemos qualquer cálculo envolvendo medidas, devemos observar as seguintes regras:

- Quando fazemos somas e subtrações, mantemos o número de casas decimais da medida que tem o menor número de casas após a vírgula:

$$\begin{aligned} 12{,}03\,\text{cm} + 3{,}6\,\text{cm} &= 15,\bar{6}3\ \text{cm} \\ &= 15,6\ \text{cm} \end{aligned}$$

Cálculos e algarismos significativos

- Quando fazemos multiplicações e divisões, mantemos no resultado o mesmo número de algarismos significativos que a medida que tem menos algarismos significativos:

$$12{,}03 \div 3{,}6 = 3,\bar{3}4 = 3{,}3$$
$$198{,}633 \times 3{,}211 = 637,\bar{8}1056 = 637{,}8.$$

- Multiplicações por constantes mantém o número de algarismos significativos de uma medida, assim como mudanças de unidades
- Ao usarmos uma medida como argumento de uma função, o resultado deve manter o mesmo número de algarismos significativos que a medida

Cálculos e algarismos significativos

- Note ainda que muitas vezes temos que usar notação científica para poder escrever o resultado de um cálculo adequadamente:

$$3{,}1\,\mathrm{m} \cdot 245{,}2\,\mathrm{m} = 7\overline{6}0{,}12\,\mathrm{m}^2 = 76 \cdot 10^1\,\mathrm{m}^2 \equiv 7{,}6 \cdot 10^2\,\mathrm{m}^2$$

- Ao escrever alguns resultados, pode ser necessário fazer arredondamentos:

$$4{,}8\,\mathrm{s} \cdot 9{,}9\,\mathrm{s} = 4\overline{7}{,}52\,\mathrm{s}^2 = 48\,\mathrm{s}^2$$

Experimento 1, Medidas

Objetivos

Vamos determinar algumas medidas com o intuito de:

- Utilizar equipamentos de medida e seu funcionamento
- Verificar medidas diretas com o número adequado de algarismos significativos
- Verificar os números diferentes de algarismos significativos oferecidos por equipamentos de medida diferentes
- Verificar o número adequado de algarismos significativos em medidas indiretas

Procedimento experimental

Etapas:

1. Determinação direta de dimensões de sólidos geométricos usando réguas
2. Determinação direta de dimensões de sólidos geométricos usando paquímetros
3. Cálculo indireto do volume
4. Aferição direta da massa dos sólidos
5. Determinação direta do volume de sólidos irregulares
6. Cálculo indireto da densidade volumétrica de massa dos sólidos

$$V_e = \frac{4\pi r^3}{3} \tag{1}$$

$$V_c = \pi r^2 \cdot h \tag{2}$$

$$V_p = \ell_1 \cdot \ell_2 \cdot \ell_3 \tag{3}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{4}$$