

Unidades e análise dimensional

Ricardo Mendes Ribeiro



Sumário

Unidades do SI

Análise dimensional

- A importância de escrever sempre e bem as unidades
- As unidades dividem-se em Unidades Base e Unidades Derivadas
- Unidades base: 7

| Quantidade base | Nome | Símbolo |
|---------------------------|-----------|---------|
| Comprimento | metro | m |
| Massa | kilograma | kg |
| Tempo | segundo | s |
| Corrente eléctrica | ampere | A |
| Temperatura termodinâmica | kelvin | K |
| Quantidade de substância | mole | mol |
| Intensidade luminosa | candela | cd |

Unidade de comprimento: metro (m) O metro é o comprimento do percurso que a luz executa no vácuo no intervalo de tempo de $1/299\,792\,458$ do segundo.

Unidade de massa: quilograma (kg) É igual à massa do protótipo internacional do quilograma.

Unidade de tempo: segundo (s) O segundo é a duração de $9\,192\,631\,770$ períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.

Unidade de corrente eléctrica: ampere (A) O ampere é a corrente que, se mantida em dois condutores rectos e paralelos de comprimento infinito, de secção transversal negligível e colocados a um metro de distância um do outro no vácuo, produz uma força entre esses condutores igual a 2×10^{-7} newton por metro de comprimento.

Unidade de temperatura termodinâmica: kelvin (K) O kelvin é a fracção $1/273.16$ da temperatura termodinâmica do ponto triplo da água.

Unidade de quantidade de substância: mole (mol) A mole é a quantidade de substância de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos átomos há em 0.012 kilogramas de carbono 12.

Quando se utiliza a mole, as entidades elementares têm de ser especificadas, e podem ser átomos, moléculas, iões, outras partículas ou grupos de partículas.

Unidade de intensidade luminosa: candela (cd) A candela é a intensidade luminosa, numa dada direcção, de uma fonte que emite radiação monocromática com 540×10^{12} hertz de frequência e que tem uma intensidade radiante nessa direcção de $1/683$ watt por steradiano.

Unidades derivadas

Unidades derivadas são aquelas que se podem obter a partir das unidades base através dos símbolos matemáticos de divisão e multiplicação.

Algumas unidades derivadas têm nomes e símbolos próprios, que podem ser usados em combinações com outras unidades base e derivadas.

| Quantidade derivada | Nome | Símbolo | Expresso em termos de outras SI | Expresso em termos das Unidades base SI |
|----------------------------------|----------------|--------------------|---------------------------------|--|
| ângulo plano | radian | rad | | $\text{m} \cdot \text{m}^{-1} = 1$ |
| ângulo sólido | steradian | sr | | $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} = 1$ |
| frequência | hertz | Hz | | s^{-1} |
| força | newton | N | | $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ |
| pressão, tensão | pascal | Pa | N/m^2 | $\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ |
| energia, trabalho, | | | | |
| quantidade de calor | joule | J | $\text{N} \cdot \text{m}$ | $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ |
| potência, fluxo radiante | watt | W | J/s | $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$ |
| carga eléctrica, | | | | |
| quantidade de electricidade | coulomb | C | | $\text{A} \cdot \text{s}$ |
| difrença de potencial electrico, | | | | |
| força electromotiva | volt | V | W/A | $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$ |
| capacidade | farad | F | C/V | $\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$ |
| resistência eléctrica | ohm | Ω | V/A | $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$ |
| condutância eléctrica | siemens | S | A/V | $\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^3 \cdot \text{A}^2$ |
| fluxo magnético | weber | Wb | $\text{V} \cdot \text{s}$ | $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$ |
| densidade de fluxo magnético | tesla | T | Wb/m^2 | $\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$ |
| indutância | henry | H | Wb/A | $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$ |
| temperatura Celsius | degree Celsius | $^{\circ}\text{C}$ | | K |
| fluxo luminoso | lumen | lm | $\text{cd} \cdot \text{sr}$ | $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{cd} = \text{cd}$ |
| illuminância | lux | lx | lm/m^2 | $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-4} \cdot \text{cd} = \text{m}^{-2} \cdot \text{cd}$ |
| actividade | | | | |
| (referido aos radionuclidos) | becquerel | Bq | | s^{-1} |
| dose absorbed, | | | | |
| energia especifica (fornecida), | | | | |
| kerma | gray | Gy | J/kg | $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ |
| dose equivalente, | | | | |
| dose ambiente equivalente, | | | | |
| dose directional equivalente, | | | | |
| dose pessoal equivalente, | | | | |
| dose orgânica equivalente | sievert | Sv | J/kg | $\text{m}^2 \cdot \text{s}^2$ |
| actividade catalitica | katal | kat | | $\text{s}^{-1} \cdot \text{mol}$ |

Prefixos SI

| Factor | Nome | Símbolo | Factor | Nome | Símbolo |
|-----------|-------|---------|------------|-------|---------|
| 10^{24} | yotta | Y | 10^{-1} | deci | d |
| 10^{21} | zetta | Z | 10^{-2} | centi | c |
| 10^{18} | exa | E | 10^{-3} | mili | m |
| 10^{15} | peta | P | 10^{-6} | micro | μ |
| 10^{12} | tera | T | 10^{-9} | nano | n |
| 10^9 | giga | G | 10^{-12} | pico | p |
| 10^6 | mega | M | 10^{-15} | femto | f |
| 10^3 | kilo | k | 10^{-18} | atto | a |
| 10^2 | hecto | h | 10^{-21} | zepto | z |
| 10^1 | deka | da | 10^{-24} | yocto | y |

A azul estão assinalados os que é necessário saber bem.

A escrita das unidades e dos símbolos

- Escrevem-se em caracteres romanos (não itálico, nem negrito)
- Os símbolos escrevem-se em letras minúsculas, mas quando deriva do nome de uma pessoa, a primeira letra é maiúscula (metro=m; newton=N)
- Quando se escreve por extenso é sempre em minúscula
- Os símbolos não são alterados no plural
- Os símbolos não terminam com ponto final, a não ser no fim de uma frase

Álgebra dos símbolos SI

- Para multiplicar unidades: ponto a meia altura ou um espaço: $N \cdot m$ ou $N\ m$
- Para dividir: m/s ou $\frac{m}{s}$ ou $m \cdot s^{-1}$
- Deve-se evitar qualquer tipo de ambiguidade:
 m/s^2 ou $m \cdot s^{-2}$, mas não $m/s/s$
 $m \cdot kg/(s^3 \cdot A)$ ou $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$, mas não $m \cdot kg/s^3 \cdot A$

Uso dos prefixos

- Escrevem-se sempre em caracteres normais, sem nenhum espaço entre eles e o símbolo
- Constitui um símbolo inseparável do símbolo a que está ligado:
 $1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3$
- Não se podem formar prefixos compostos

Análise dimensional

Em geral usamos apenas três grandezas, que representamos pelos símbolos:

comprimento – L

tempo – T

massa – M

Se tivermos uma grandeza física qualquer G, podemos representar a sua dimensão pela expressão geral:

$$[G] = L^a T^b M^c$$

Por exemplo, para uma força F, que se mede em newton (ou $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$) tem-se:

$$a = 1$$

$$b = -2$$

$$c = 1$$

$$[F] = LT^{-2}M$$