

Unidades, estimativas e análise dimensional

Ricardo Mendes Ribeiro



Universidade do Rio de Janeiro

Sumário

Unidades do SI

Estimativas

Análise dimensional

- A importância de escrever sempre e bem as unidades

- 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: kilograma (kg) É igual à massa do protótipo internacional do kilograma.

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

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

Importância das estimativas

Quando não sabemos com precisão um determinado valor, é útil ser capaz de *estimar* um valor razoável para ele.

Porquê?

Para tomar decisões.

Problemas mais complicados

- Dividir o problema em pequenas partes
- Estimativa dentro de um factor de 10
- Vamos recolher apenas a primeira casa decimal de cada número:
 $7.2 \times 10^3 = 7 \times 10^3$.
- É mais fácil colocar limites inferior e superior do que estimar directamente
- Usar a média geométrica

Média geométrica

Definição:

$$\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_i}$$

Mais simples: média geométrica aproximada, calculamos a média dos coeficientes e dos expoentes.

Exemplo: média geométrica de 2×10^{15} e 6×10^3 é:

$$[(2 + 6)/2] \times 10^{(15+3)/2} = 4 \times 10^9$$

Se a soma dos expoentes é ímpar, subtrai-se 1 e multiplica-se por 3 o factor.

Exemplo: $10 = 10^1$ e $100 = 10^2$

$$\begin{aligned} & (1 + 1)/2 \times 10^{(1+2)/2} \\ & 3 \times (1 + 1)/2 \times 10^{(1+2-1)/2} = 3 \times 10^1 = 30 \end{aligned}$$

Para estimar é preciso saber alguma coisa

População Portugal	10^7
População mundial	6×10^9
1 ano	$\pi \times 10^7$ s
Electões-volt/joule	6×10^{18}
Tamanho do átomo	10^{-10} m
Raio da Terra	6×10^6 m
Distância Terra-Sol	1.5×10^{11} m
1 caloria	4×10^3 J
Energia de recção química	1.5 eV
Massa de uma mole de carbono	12 g
Nº itens por mole	6×10^{23}
Aceleração da gravidade	10 m/s

Estes são valores aproximados para usar em estimativas, apenas.

Actividade: Fazer estimativas

número de bolas de ping-pong que cabem nesta sala

Análise dimensional

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

comprimento – L

tempo – T

massa – M

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:

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

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:

$$a = 1$$

$$b = -2$$

$$c = 1$$

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