

# Química

## Grandezas

**Prof. Diego J. Raposo**  
**UPE – Poli**  
**2025.1**

# Grandezas físicas

- De acordo com o Sistema Internacional (SI), grandezas são compostas por: **número** e **unidade**. **Ex.:** 200 kg, 300 mL, 25 °C, etc.
- Números, por sua vez, podem ser exatos ou inexatos:
  - Exatos: possuem **precisão infinita**. Ex.: Números naturais, como em  $1 + 1 = 2$ , que significa  $1,00... + 1,00... = 2,00...$ , com infinitos zeros a direita da vírgula (casas decimais);
  - Inexatos: têm **precisão finita**, possuindo erro em alguma casa decimal, e nas casas decimais a direita dela. **Ex.:** medida do peso em balança digital. Como a menor medida possível nesse dispositivo é 0,1 kg nosso conhecimento desse valor vai até a terceira casa decimal (**casa do erro**). Ou seja, 70 kg na balança equivale a **70,0 kg**. Não faz sentido escrever **70,000 kg** ou **70,24 kg**, por exemplo.



# Números inexatos

- Nesses números é importante identificar duas coisas:
  - A casa do erro: casa mais a direita do algarismo, inclusive se for zero. **Ex.:** 1,01; 0,020; 100, etc;
  - O número de algarismos significativos (a.s.): quantidade de algarismos a direita de zeros à esquerda. Ou ainda à esquerda da casa do erro. **Ex:**

<u>67,3</u>	<u>500</u>	<u>0,075</u>	<u>15,0702</u>	<u>0,9401</u>	<u>1500,0</u>	<u>0,3</u>	Zeros à direita	✓
3 a.s.	3 a.s.	2 a.s.	6 a.s.	4 a.s.	5 a.s.	1 a.s.	Zeros no meio	✓
							Zeros à esquerda	✗

- Notação científica: simplificar notação de números muito grandes ou muito pequenos/indicar claramente algarismos significativos. Números são arranjados em potências de 10 de forma que:

Casa da unidade → **2**, **0****1****4** ... .  $10^x$

casas decimais      ↑      Potência de 10

Ponto central: multiplicação

$\left\{ \begin{array}{l} 0, 1, 2, \dots \\ -1, -2, -3, \dots \end{array} \right.$

$10^0 = 1$        $10^{-1} = 1/10^1 = 0,1$   
 $10^1 = 10$        $10^{-2} = 1/10^2 = 0,01$   
 $10^2 = 100$        $10^{-3} = 1/10^3 = 0,001$

# Notação científica

- Para escrever um número em notação científica deve-se deslocar a vírgula até que apenas um algarismo esteja à esquerda dela. Lembrando que\*:
  - Se deslocamos a vírgula **x vezes para a direita**, a notação deve conter  **$10^{-x}$** ;
  - Se deslocarmos a vírgula **x vezes para a esquerda**, a notação deve conter  **$10^x$** .

- Exemplos:

1 à esquerda  
 $67,3 \rightarrow 6,73 \rightarrow 6,73 \cdot 10^1$

2 à esquerda  
 $500 \rightarrow 5,00 \rightarrow 5,00 \cdot 10^2$

2 à direita  
 $0,075 \rightarrow 7,5 \rightarrow 7,5 \cdot 10^{-2}$

$$23,45702 \rightarrow 2,345702 \cdot 10^1$$

$$0,02931 \rightarrow 2,931 \cdot 10^{-2}$$

$$1500,210 \rightarrow 1,500210 \cdot 10^3$$

$$1,40 \rightarrow 1,40 \cdot 10^0$$

Porque todo número multiplicado por 1 é ele mesmo.  
Como  $10^0 = 1$ , ele se mantém inalterado

$$0,0010100 \rightarrow 1,010100 \cdot 10^{-3}$$

\*Essas regras se baseiam no fato de que, para conservar o valor do número, o deslocamento da vírgula multiplicando ou dividindo por potências de 10 precisa ser compensado pela divisão ou multiplicação por potências de 10 da notação científica. Ex.: 200 precisa que a vírgula seja deslocada para a esquerda duas vezes, o que ocorre pela divisão de 200 por 100. Para manter o número igual, portanto, devemos também Multiplicá-lo 100. Assim:  $200 = 200 \cdot (100/100) = (200/100) \cdot 100 = 2,00 \cdot 100 = 2,00 \cdot 10^2$ .

# Exercícios

**1)** Qual dos seguintes números tem o mesmo número de algarismos significativos que 1,00310?

**a)**  $1 \cdot 10^6$

**b)** 199,791

**c)** 8,66

**d)** 5,119

**e)** 100

# Exercícios

**2)** O número com maior número de zeros significativos é \_\_\_\_\_.

**a)** 0,00002510

**b)** 0,02500001

**c)** 250000001

**d)**  $2,501 \cdot 10^{-7}$

**e)** 2,5100000

# Arredondamento

- Em certos casos é interessante reduzir o número de algarismos significativos de um número (como veremos). Isso é feito por meio do arredondamento, onde o número mais a direita é removido, e isso é repetido quantas vezes forem necessárias de modo a chegar ao número de algarismos final.
- Considere o número 0,5324, por exemplo. Suponha que desejamos reduzir os a.s. a 1 apenas.
  - I) Identifique quantos e quais são os algarismos significativos: 0,5324 (são 4 a.s.);
  - II) Identifique a casa do erro: 0,5324 (4.<sup>a</sup> casa decimal);
  - III) Omita o número da casa do erro, reduzindo agora para 3 a.s.: 0,532;
  - IV) A nova casa do erro (número mais a direita) deve ser alterada ou não, a depender do valor do número apagado. Se for 0,1,2,3 ou 4, a nova casa do erro não precisa ser alterada: 0,532.
  - V) Repita o processo até o número de a.s. desejado: 0,532 (3 a.s.) → 0,53 (2 a.s.) → 0,5 (1.a.s.)

# Arredondamento

- Considere agora o número 0,748. Suponha que desejamos reduzir os a.s. a 1 apenas.
  - I)** Identifique quantos e quais são os algarismos significativos: 0,748 (são 3 a.s.);
  - II)** Identifique a casa do erro: 0,748 (3.<sup>a</sup> casa decimal);
  - III)** Omita o número da casa do erro, reduzindo agora para 3 a.s.: 0,74;
  - IV)** A nova casa do erro (número mais a direita) deve ser alterada ou não, a depender do valor do número apagado. Se for 6, 7, 8 ou 9, adiciona-se 1 à nova casa do erro: 0,75;
  - V)** Repita o processo até o número de a.s. desejado: 0,748 (3 a.s.) → 0,75 (2 a.s.) → ? (1.a.s.);
  - VI)** Caso o número a ser apagado seja 5, deve-se a) manter o número a esquerda dele inalterado se par e b) adicionar 1 a esse número caso seja ímpar. Como 7 é ímpar, adiciona-se 1: 0,75 (2 a.s.) → 0,8 (1.a.s.)



# Exercícios

**3)** Arredonde o número 0,007222 para 3 a.s.

**a)** 0,007

**b)** 0,00722

**c)** 0,0072

**d)** 0,00723

**e)** 0,007225

# Exercícios

**4)** Arredonde o número 3456,5 para dois a.s.

**a)** 3400,0

**b)** 3400

**c)** 3000

**d)** 3500

**e)** 3000,0

# Operações com números inexatos

- Frequentemente combinamos vários números inexatos, e o número de casas decimais (ou de algarismos significativos) da resposta dependerá da precisão dos números incluídos no cálculo. Sabendo disso, arredonda-se para obter o número final.
- **Soma/subtração:** número de casas decimais da resposta é igual ao da parcela com menos casas decimais. **Ex.:**  $12,01 + 15 + 0,07 + 0,001 = 27,081$ . Como o número com menos casas decimais é o 15 (zero), então arredonda-se até a primeira casa da unidade:  $27,081$  (3 casas)  $\rightarrow 27,08$  (2 casas)  $\rightarrow 27,1$  (1 casa)  $\rightarrow 27$  (0 casas);
- **Multiplicação/divisão:** número de algarismos significativos é igual ao do fator com menos algarismos significativos. **Ex.:**  $6,221 \cdot 5,2 = 32,3492$ . Dado que o número com menos algarismos significativos é o 5,2 (2 a.s.), arredonda-se até a primeira casa da unidade:  $32,3492$  (6 a.s.)  $\rightarrow 32,349$  (5 a.s.)  $\rightarrow 32,35$  (4 a.s.)  $\rightarrow 32,4$  (3 a.s.)  $\rightarrow 32$  (2 a.s.).

# Exercícios

**5)** O resultado correto (indicando o número apropriado de algarismos significativos) da seguinte adição é \_\_\_\_\_.

$$12 + 1,2 + 0,12 + 0,012$$

- a)** 13
- b)** 13,3
- c)** 13,33
- d)** 13,332
- e)** nenhuma das anteriores

# Exercícios

**6)** A resposta correta (relatada com o número apropriado de algarismos significativos) para a seguinte operação é \_\_\_\_\_.

$$6,3 \times 3,25 = \underline{\hspace{2cm}}.$$

- a)** 20
- b)** 20,475
- c)** 20,48
- d)** 20,5
- e)** 21

# Exercícios

**7)** O resultado correto (indicando o número apropriado de algarismos significativos) do seguinte cálculo da massa molecular para  $\text{H}_2\text{SO}_4$  é  $4 \cdot 15,9994 + 32,066 + 2 \cdot 1,0079$

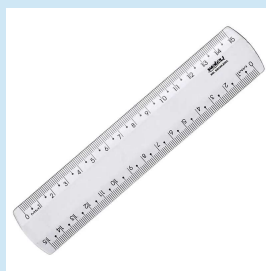
- a)** 98,08
- b)** 98,079
- c)** 98,074
- d)** 98,838
- e)** 98,84

# Unidades do SI

- As unidades de grandezas físicas são padronizadas pelo Sistema Internacional (SI), e as **unidades fundamentais** são:



Kilograma (kg):  
unidade de massa



Metro (m):  
unidade de comprimento



Kelvin (K):  
unidade de temperatura



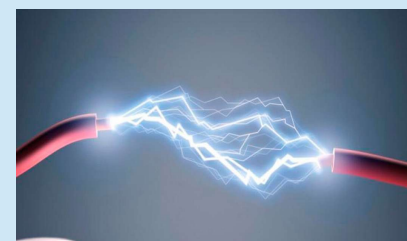
Segundos (s):  
unidade de tempo



Mol (mol):  
quantidade de substância



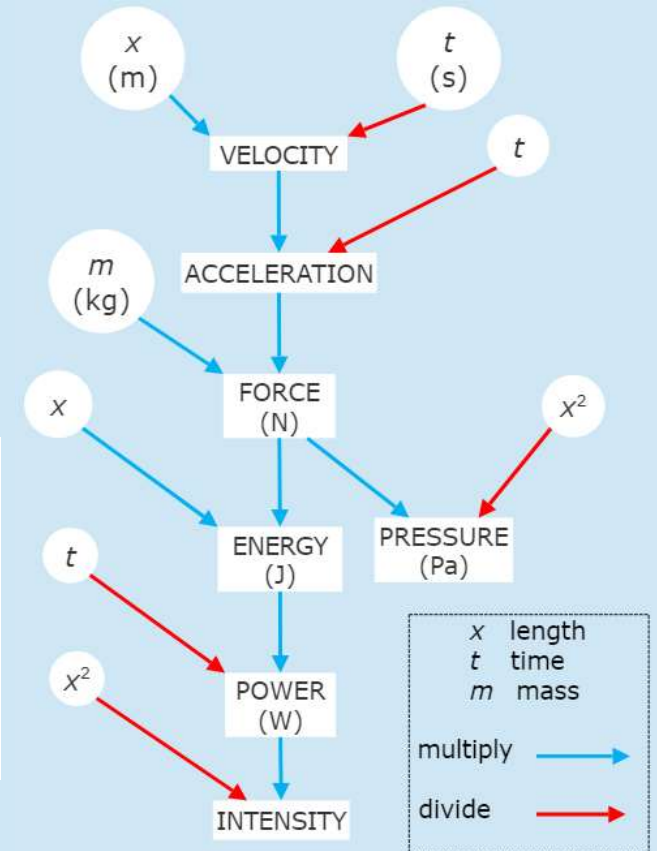
Candela (cd):  
unidade de intensidade luminosa



Ampère (A):  
unidade de corrente elétrica

# Outras unidades

- Todas as outras unidades usadas podem ser convertidas às unidades fundamentais, ou são elas mesmas combinações dessas unidades;
- Outras **unidades ainda aceitas** pelo SI são minutos (min), horas (h), dias (d), graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), litro (L), etc;
- Unidades como m/s, para velocidade, ou A s (chamada de Coulomb, unidade de carga), são **unidades derivadas**. Outras frequentemente usadas na Química, como angstroms ou u ('uma', unidades atômicas), será abordada posteriormente.





# Outras unidades e prefixos

- É comum usar **prefixos** para diminuir o tamanho da representação numérica da grandeza se escrita em notação científica.
- Por exemplo:  $0,000000008 \text{ m} \rightarrow 8 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ , por exemplo. Tal notação pode ser ainda mais reduzida se **substituímos  $10^x$  por uma letra**, tal como 'k' em 'kg' (quilo) representa ' $10^3 \text{ g}$ '. Ou seja, ao invés de mencionar 1000 kg (1000 quilogramas), podemos mencionar 1 kg (1 quilograma);
- O prefixo para  $10^{-9}$  é 'n'(nano), logo 8 nm ('8 nanômetros') é uma forma simplificada de  $8 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ . Os prefixos segundo o SI são apresentados ao lado.

Fator	Prefixo	Símbolo	Fator	Prefixo	Símbolo
$10^{-1}$	deci	d	$10^1$	deca	da
$10^{-2}$	centi	c	$10^2$	hecto	h
$10^{-3}$	mili	m	$10^3$	quilo	k
$10^{-6}$	micro	$\mu$	$10^6$	mega	M
$10^{-9}$	nano	n	$10^9$	giga	G
$10^{-12}$	pico	p	$10^{12}$	tera	T
$10^{-15}$	femto	f	$10^{15}$	peta	P
$10^{-18}$	atto	a	$10^{18}$	exa	E
$10^{-21}$	zepto	z	$10^{21}$	zeta	Z
$10^{-24}$	yocto	y	$10^{24}$	yotta	Y

# Conversão de unidades

- Algo muito relevante sobre unidades, fundamental para cálculos em química, é a **análise dimensional**, ou conversão de unidades.
- Ela é feita para **converter uma unidade de uma grandeza em outra unidade**, por exemplo, metros e centímetros. Digamos que se deseje converter 15 m em centímetros:

$$15 \text{ m} \longrightarrow ? \text{ cm}$$

- Para isso, multiplicamos o número na unidade inicial (m) por um **fator de conversão**. Neste caso, ele expressa a relação entre metro e centímetro:

$$1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm}$$

- Essa equação pode ser rearranjada de duas formas:

$$\frac{1 \text{ m}}{10^2 \text{ cm}} = 1 \quad \text{ou} \quad \frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 1$$

# Conversão de unidades

- Podemos usar uma ou outra para converter centímetros em metros ou vice-versa. Desejamos saber quantos metros (unidade inicial) há em 15 cm (unidade final). Para tanto, multiplicamos 15 cm por um dos dois fatores (que, como vimos, equivalem a 1): aquele que permite cancelar a unidade inicial, mantendo a final.

$$15 \cancel{\text{ cm}} \cdot \left( \frac{1 \text{ m}}{10^2 \cancel{\text{ cm}}} \right) = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

- Assim, de uma maneira geral:

$$\text{grandeza}[\text{unidade final}] = \text{grandeza}[\text{unidade inicial}] \cdot \text{fator} \left[ \frac{\text{unidade final}}{\text{unidade inicial}} \right]$$

- Por exemplo, se desejamos converter 0,5 m em centímetros, usamos o fator de modo que as unidades iniciais se cancelem novamente:

$$0,5 \cancel{\text{ m}} \cdot \left( \frac{10^2 \text{ cm}}{1 \cancel{\text{ m}}} \right) = 50 \text{ cm}$$

# Conversão de unidades

- Podemos encadear várias conversões em uma mesma linha, apenas tomando cuidado de seguir a regra.
- Por exemplo, desejamos saber quantos quilômetros por hora é a velocidade da luz, sabendo que  $3 \cdot 10^8$  m/s é o valor aproximado dessa velocidade. Reconhecendo as relações de conversão  $1 \text{ km} = 1 \cdot 10^3 \text{ m}$  e  $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ , e fazendo duas multiplicações por 1:

$$3 \cdot 10^8 \frac{\cancel{\text{m}}}{\cancel{\text{s}}} \cdot \left( \frac{1 \text{ km}}{10^3 \cancel{\text{m}}} \right) \cdot \left( \frac{3600 \cancel{\text{s}}}{1 \text{ h}} \right) = 10,8 \cdot 10^8 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1,08 \cdot 10^9 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cong 1 \cdot 10^9 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Conversões também podem ser feitas com potências das relações de conversão, pois como equivalem a 1, seu cubo, por exemplo, também equivale a 1:  $1^3 = 1$ .
- Desta forma podemos converter 1 L em  $\text{m}^3$  se considerarmos que  $1 = 1 \text{ dm}^3$  e que  $1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$ :

$$1 \cancel{\text{L}} \cdot \left( \frac{1 \cancel{\text{dm}^3}}{1 \cancel{\text{L}}} \right) \cdot \left( \frac{1 \text{ m}}{10 \cancel{\text{dm}}} \right)^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

# Exercícios

**1)** Determine a Um conjunto comum de unidades em inglês para expressar velocidade é milhas/hora. A unidade do SI para velocidade é \_\_\_\_\_.

**a)** km/h

**b)** km/s

**c)** m/h

**d)** m/s

**e)** cm/s.

# Exercícios

**2)**  $45 \text{ m/s} = \text{ \_\_\_\_\_\_ } \text{ km/h}$

**a)** 2,7

**b)** 0,045

**c)**  $1,6 \cdot 10^2$

**d)**  $2,7 \cdot 10^3$

**e)**  $1,6 \cdot 10^5$

# Exercícios

**3)** Um lado de um cubo mede 1,55 m. O volume desse cubo é  $\text{cm}^3$ .

**a)**  $2,40 \cdot 10^4$

**b)**  $3,72 \cdot 10^6$

**c)** 2,40

**d)** 3,72

**e)** 155

**Bons estudos!**