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:**

67,3	500	0,075	15,0702	0,9401	1500,0	0,3
3 a.s.	3 a.s.	2 a.s.	6 a.s.	4 a.s.	5 a.s.	1 a.s.

Zeros à direita ✓
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 → $\boxed{2},\underbrace{\boxed{0}\,\boxed{1}\,\boxed{4}\ldots}_{\text{casas decimais}} \cdot 10^{x}$, $x = 0, 1, 2, \ldots$ ou $-1, -2, -3, \ldots$

Ponto central: multiplicação

Potência de 10

$10^0 = 1$ $\quad 10^{-1} = 1/10^1 = 0{,}1$

$10^1 = 10$ $\quad 10^{-2} = 1/10^2 = 0{,}01$

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

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 → 67,3 → 6,73 · 10^{1}

2 à esquerda

500 → 500, → 5,00 · 10^{2}

2 à direita

0,075 → 0,075 → 7,5 · 10^{-2}

23,45702 → 2,345702 · 10^{1}

0,02931 → 2,931 · 10^{-2}

1500,210 → 1,500210 · 10^{3}

1,40 → 1,40 · 10^{0} → Porque todo número multiplicado por 1 é ele mesmo. Como $10^{0} = 1$, ele se mantém inalterado

0,0010100 → 1,010100 · 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*(100/100) = (200/100)*100 = 2,00*100 = 2,00*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.ª 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.ª 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) → 27,08 (2 casas) → 27,1 (1 casa) → 27 (0 casas);

- **Multiplicação/divisão:** número de algarismos significativos é igual ao do fator com menos algarismos significativos. **Ex.:** 6,221 · 5,2 = 32,3492. Dado que o número com menos algarismos significativos é o 5,2 (2 a.s.), arrendonda-se até a primeira casa da unidade: 32,3492 (6 a.s.) → 32,349 (5 a.s.) → 32,35 (4 a.s.) → 32,4 (3 a.s.) → 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 _______.

$$6{,}3 \times 3{,}25 = \_\_\_\_\_\_.$$

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 H_2SO_4 é $4 \cdot 15{,}9994 + 32{,}066 + 2 \cdot 1{,}0079$

a) 98,08

b) 98,079

c) 98,074

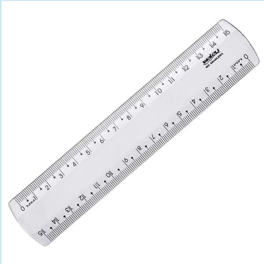
d) 98,838

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



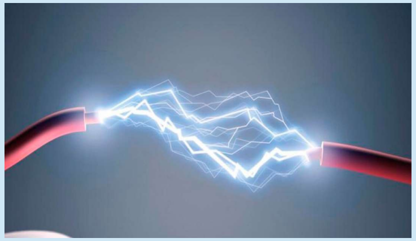
Metro (m):
unidade de comprimento

Kelvin (K):
unidade de temperatura

Segundos (s):
unidade de tempo

Mol (mol):
quantidade de substância

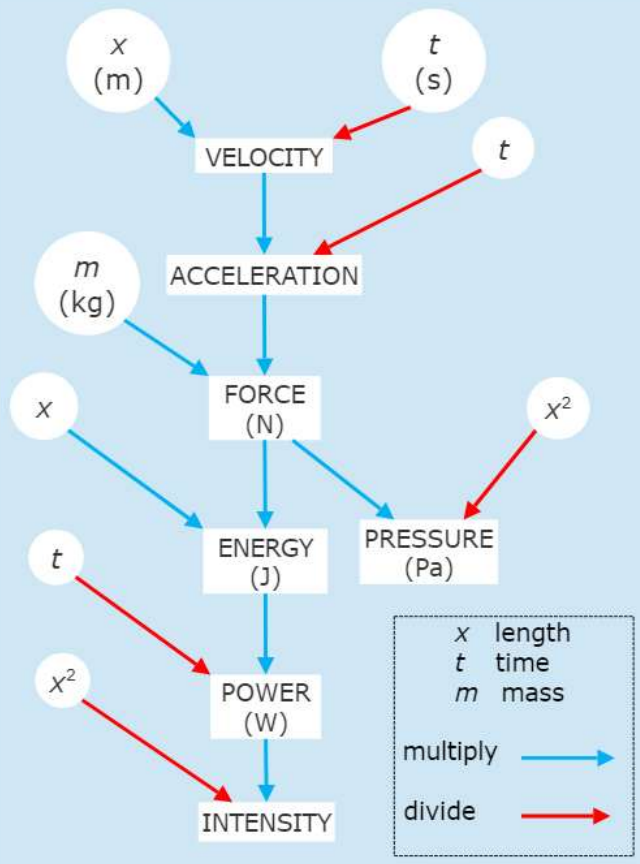
Candela (cd):
unidade de intensidade luminosa



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 (°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 angstrons ou u ('uma', unidades atômicas), serão abordadas 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 m → $8 \cdot 10^{-9}$ m, por exemplo. Tal notação pode ser ainda mais reduzida se substituirmos 10^x por uma letra, tal como ’k’ em ’kg’ (quilo) representa ’10^3 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 $8 \cdot 10^{-9}$ 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	μ	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:

$$15\,\mathrm{m} \longrightarrow ?\,\mathrm{cm}$$

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

$$1\,\mathrm{m} = 10^2\,\mathrm{cm}$$

- Essa equação pode ser rearranjada de duas formas:

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

Conversão de unidades

- Podemos usar uma ou outra para converter centímetros em metros ou vice-versa. Desejamos saber quantos metros (unidade final) há em 15 cm (unidade inicial). 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:

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

- 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 m^3 se considerarmos que $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ e que $1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$:

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

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 m/s = _____ 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 cm^3.

a) $2{,}40 \cdot 10^4$

b) $3{,}72 \cdot 10^6$

c) 2,40

d) 3,72

e) 155

Bons estudos!