

ANÁLISE DIMENSIONAL E NÚMEROS SIGNIFICATIVOS

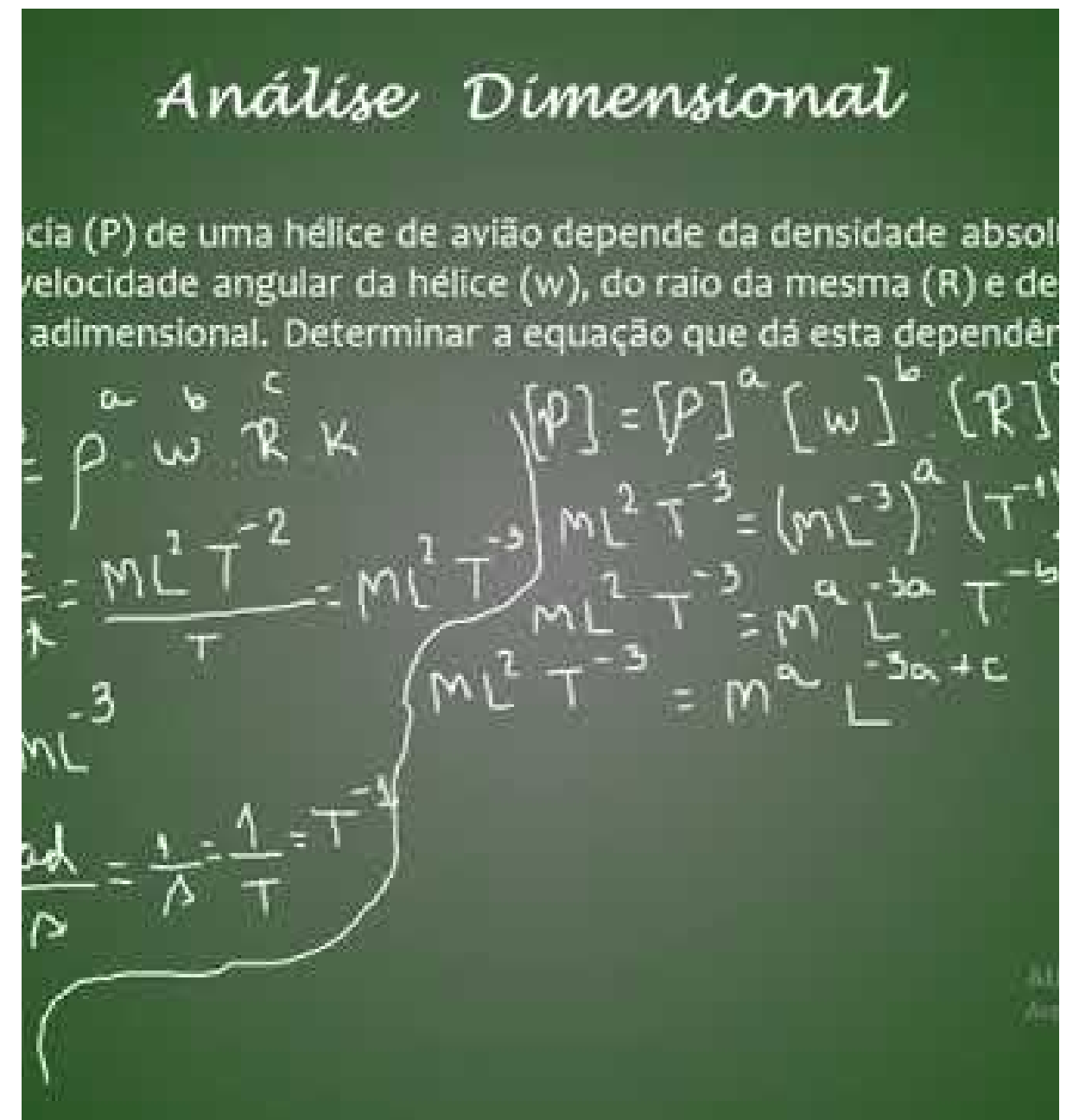
Livia Oliveira Lopes – Monitora de Química Geral

Análise dimensional

A Análise Dimensional é uma maneira pela qual químicos e outros cientistas convertem unidades de medida. Podemos converter qualquer unidade em outra unidade da mesma dimensão:

Por exemplo, podemos converter algum número de segundos em outra unidade de tempo, como minutos, porque sabemos que sempre há 60 segundos em 1 minuto. Ou podemos converter alguma quantidade de massa de gramas em quilogramas, sabendo que sempre há 1000 gramas em 1 quilograma. para a resolução de equações.

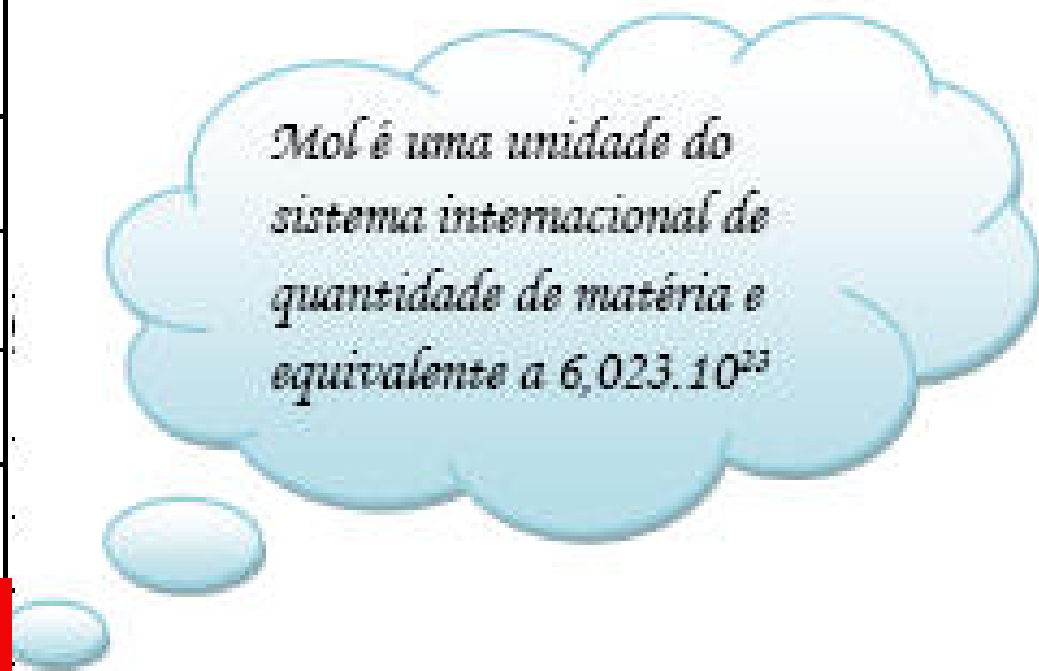
- É um poderoso método utilizado não apenas em conversão de unidades, mas também onde há um excesso de cálculos sequenciais (como por exemplo em estequiometria e unidades de concentração das soluções);
- Sua principal característica é a homogeneidade dimensional, que quer dizer que todos os termos de uma equação/fórmula devem ter a mesma dimensão, ou, em outras palavras, elas devem ter as mesmas unidades envolvidas para que possam ser comparadas;



Sistemas de Unidades

⊙ Sistema Internacional de Unidades (SI) é um padrão internacional de medição formado por uma base de unidades para sete grandezas da Física e suas derivações

Grandeza de base	Unidade de base	
Nome	Nome	Símbolo
comprimento	metro	m
massa	quilograma	kg
tempo	segundo	s
corrente elétrica	ampere	A
temperatura termodinâmica	kelvin	K
quantidade de substância	mol	mol
intensidade luminosa	candela	cd



Mol é uma unidade do sistema internacional de quantidade de matéria e equivalente a $6,023 \cdot 10^{23}$

- Em destaque uma das unidades mais importantes na área do conhecimento químico: MOL.

Análise dimensional de fórmulas

EXEMPLO:

Para calcular o número de moles de uma substância, basta dividir a massa (m) da matéria cuja unidade é dada em grama (g), por sua massa molar (M), dada em grama por mol (g/mol). Dessa forma, a unidade de medida do número de moles é mol.

$$n = \frac{m}{M} \longrightarrow [n] = \frac{[m]}{[M]} \longrightarrow n = \frac{\cancel{g}}{\cancel{g}/\text{mol}} = \text{mol}$$

Análise dimensional de fórmulas

EXEMPLO:

Para calcular a concentração de uma substância, basta dividir a massa (m) da soluto cuja unidade é dada em grama (g), pelo volume de solução dada em litro (L). Dessa forma, a unidade de medida da concentração é g/mol.

$$[] = \frac{m}{V} \longrightarrow [] = \frac{[m]}{[V]} \longrightarrow [] = \frac{g}{L} = g/L$$

Conversão de unidades por meio da análise dimensional

- A maneira correta é sempre multiplicar a unidade por outra de maneira conveniente, alterando sua unidade de medida sem alterar o seu “valor”. Dessa forma, apesar de encontrarmos uma medida diferente para a grandeza a ser convertida, sua escala terá sido mantida.

CONVERSÃO DE UNIDADES

Esta é uma operação necessária sempre que precisamos converter uma unidade em outra.

EXEMPLO ;

1: Converter 25,0 moles em seus respectivos milimoles:

Escreva primeiro o dado que será convertido: 25,0 mol ...

Depois adicione o fator que converte a unidade de entrada (mol) para a unidade desejada (mmol)

$$25,0 \cancel{\text{mol}} \cdot \frac{10^3 \text{ mmol}}{1 \cancel{\text{mol}}} = 25,0 \cdot 10^3 \text{ mmol}$$

EXEMPLO:

Algumas fórmulas ou grandezas podem ser um pouco mais trabalhosas para determinarmos as suas unidades. A lei dos gases ideais ou equação de Clapeyron descreve o comportamento de um gás perfeito e nos permite avaliar o estado macroscópico do gás. Ela é expressa como: $P.V = n.R.T$. Quando falando especificamente do R que é a constante dos gases ideais, nos deparamos com diversas unidades .

$$R = \frac{P V}{n T}$$

Valor de R	Unidades
0,082	$\frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol K}}$
8,314	$\frac{\text{J}}{\text{mol K}}$
1,987	$\frac{\text{cal}}{\text{mol K}}$

Vamos mostrar duas das conversões de unidade de R

Primeiro, utilizando parâmetros medidos em laboratórios, especificamente a uma pressão de 1 atm, se tivermos 1 mol de gás com temperatura de 273,15 K (0 °C), teremos um volume de 22,41 litros. Portanto:

$$R = \frac{1 \text{ atm} \times 22,41 \text{ L}}{1 \text{ mol} \times 273,15 \text{ K}} = \frac{0,082 \text{ atm L}}{\text{mol K}} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Observe que algumas unidades acima não estão no SI, colocando-as no sistema internacional, temos:

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \frac{101325 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

CÁLCULOS QUÍMICOS COM ANÁLISE DIMENSIONAL

“ DADO X FATOR DE CONVERSÃO = RESPOSTA ”

EXEMPLO ; TNT é um explosivo de fórmula $C_7H_5N_3O_6$ e massa molecular 227,133 g/mol. A sigla representa o nome do composto TriNitroTolueno. Qual a quantidade de matéria presente em 650,0 g de TNT ?

Solução :

Primeiramente, vamos relembrar que quando o enunciado fala de massa molecular, trata-se da soma das massas atômicas dos elementos que compõem a espécie química, no caso, o TNT.

É de a cordo com a soma do valor da massa atômica (que achamos na Tabela Periódica) de cada átomo presente no TNT que achamos a massa molecular . O enunciado já informou que esta é igual a 227,133 g/mol. Em outras palavras, em 1 mol temos 227,133 gramas de TNT. É através dessa conversão que iremos achar a quantidade de matéria presente em 650 gramas de TNT .

Resolução :

$$\begin{array}{c} 650,0 \text{ g TNT} \cdot \frac{1 \text{ mol TNT}}{227,133 \text{ g TNT}} = 2,864 \text{ mol TNT} \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ (1) \quad (2) \quad (3) \end{array}$$

fator de converte massa(g)
em quantidade (mol)

- 1- Inicie sempre pelos dados do problema. Ao aplicar este procedimento você irá decidir o passo seguinte.
- 2- Coloque as unidades associadas a cada valor numérico. Isto é importante para que você possa prever as unidades que serão substituídas.
- 3- Referende as unidades de cada valor numérico. Isto impede que você faça simplificações indevidas.
- 4- Analise o processo envolvido no problema e qual o seu objetivo. Quando você enxerga o que está sendo buscado você terá condições de escolher qual o fator de conversão mais adequado.
- 5- Escolha o fator de conversão. Para isto você deve ter em vista qual a unidade que está associada a resposta que você procura.

EXEMPLO :

Durante uma operação cirúrgica os médicos usaram um balão de oxigênio, contendo $1,505 \times 10^{25}$ átomos. Supondo que o balão armazenava apenas gás oxigênio, determine quantos quilogramas deste gás existiam no mencionado balão.

Dados: O = 16g/mol. $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Resolvendo por análise dimensional, vamos colocando as informações em forma de frações e sem esquecer de colocar as unidades dos dados informados. Configurando a resolução de modo que conseguimos cortar as unidades uma com a outra e fazendo com que fique apenas aquela que desejamos como resultado. Também é importante salientar que começamos com o dado que é conhecido e colocamos no numerador a informação que se deseja obter.

Primeiramente, vamos relembrar como calcular Massa Molecular do O_2 \longrightarrow $MM(O_2) = 16 \times 2 = 32 \text{ g/mol}$
 Massa atômica do oxigênio \longleftarrow \longrightarrow São dois oxigênios

Assim,

g representa a massa que é a unidade do nosso resultado

RESPOSTA :

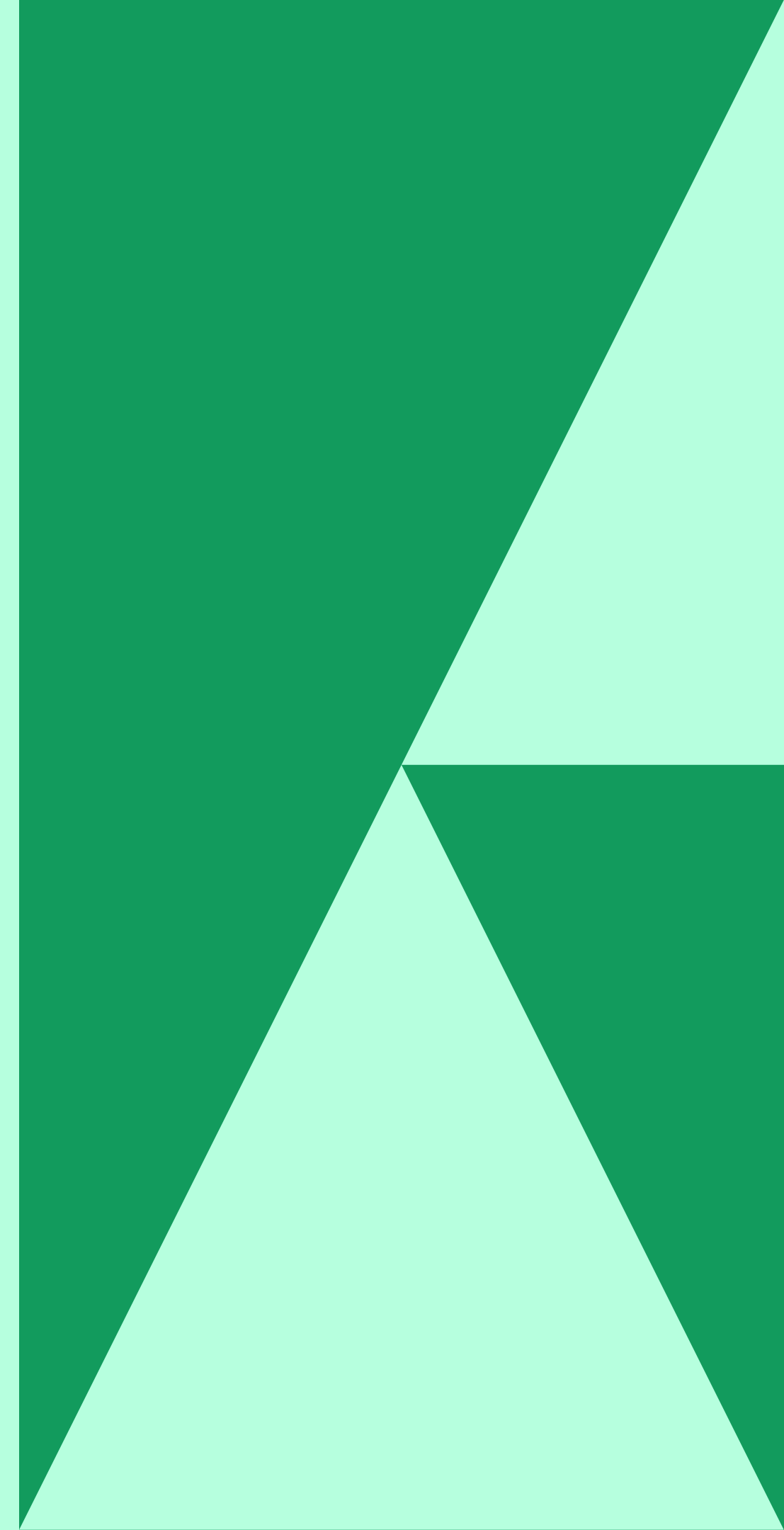
$$1,505 \times 10^{25} \text{ átomos} \times \frac{1 \text{ mol}}{2 \times 6,02 \times 10^{23} \text{ átomos}} \times \frac{32 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 4 \text{ KG}$$

\downarrow
 NA é o número de entidades de um átomo presentes em 1 mol.

$\underbrace{\hspace{10em}}$
 Massa molecular do O_2

\swarrow
 Aqui estamos transformando a massa de gramas para kilogramos

NÚMEROS SIGNIFICATIVOS



Números significativos

Números significativos ou algarismos significativos (AS) estão relacionados com a medição de uma determinada grandeza. Para determinar a sua quantidade é preciso ler o número da esquerda para a direita e contar quantos dígitos a partir do primeiro dígito que não é zero.

Algarismos significativos

- Os algarismos significativos são aqueles que têm papel relevante na precisão de um número;
- São os dígitos que compõem os valores de alguma medida ou cálculo;
- Algarismos de 1 a 9 sempre são significativos:

X

Algarismos duvidosos

- São as incertezas de um algarismo significativo. Trata-se dos últimos dígitos dos algarismos significativos, que representam a menor medida possível do equipamento utilizado;]
- O último dígito do número é sempre duvidoso:

Algarismos/Números significativos

Os AS são todos os dígitos de uma quantidade de medida, onde dependendo do grau de incerteza da medida do equipamento que está sendo utilizado, o número de dígitos fornecidos será diferente.

Balança sem dígitos decimais



2 AS

Balança com 3 dígitos decimais



5 AS

Consideramos o zero um número significativo ?

Os zeros podem ser utilizados como parte do valor medido ou para localizar a vírgula. Dependendo da sua localização no número pode ser classificado como significativo ou não.

Caso 1: Zeros entre dígitos diferentes de zeros \longrightarrow São significativos

Ex: 1,005 cm (4 algarismos significativos)

Ex: 7,03 cm (3 algarismos significativos)

Caso 2: Zeros no início de um número (indicam vírgulas) \longrightarrow Não significativos

Ex: 0,02 g (1 algarismo significativo)

Ex: 0,00026 cm (2 algarismos significativos)

Caso 3: Zeros no final de um número com casa decimal \longrightarrow São significativos

Ex: 0,0200 g (3 algarismos significativos)

Ex: 3,0g (2 algarismos significativos)



NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Quando o número estiver na forma de notação científica, os algarismos significativos serão aqueles multiplicados pela potência de base 10:

EXEMPLOS: $3,26 \times 10^5$ (3 AS) ; $8,3 \times 10^3$ (2 AS)

Caso 4: Zeros no final de um número sem casa decimal

Quando isso acontece é comum utilizarmos notação científica.

Tome como exemplo : 10.300 – os zeros a direita podem ou não serem significativos .

- $1,03 \times 10^4$ (3 algarismos significativos)
- $1,030 \times 10^4$ (4 algarismos significativos)
- $1,0300 \times 10^4$ (5 algarismos significativos)

** Observação : o número de AS, neste caso, depende da certeza da medida.

PONTOS IMPORTANTES

- Se o número posterior àquele que se deseja finalizar for igual ou maior que 5, deve-se adicionar 1 a esse número.

Exemplo: $0,458987 = 0,46$ — \odot número após 5 é 8. Logo, acrescentando 1 unidade no 5, obtemos 0,46.

- Se o número posterior àquele que se deseja finalizar for menor que 5, deve-se manter esse número.

Exemplo: $0,005462331 = 0,005$ — \odot número após 5 é 4. Sendo assim, mantém-se o 5, obtemos 0,005.

Operações com algarismos significativos



SOMA E SUBTRAÇÃO

Nas operações de soma ou subtração, o resultado deve sempre conter a quantidade de casas decimais do número que possui a menor quantidade de casas decimais. Isso se dá por causa da incerteza, pois ela se encontra no último dígito. Sendo assim, em um valor com menos dígitos, a incerteza aparecerá antes de um número com mais dígitos.

Ex. :

- $0,257 + 0,56 = 0,817 = 0,82 \longrightarrow$ \ominus número 0,56 possui menos casas decimais . Sendo assim, o resultado deve ter a mesma quantidade de casas decimais que ele.
- $0,3798 + 3,6 + 0,682 = 4,6618 = 4,7 \longrightarrow$ \ominus número 3,6 possui menos casas decimais . Sendo assim, o resultado deve ter a mesma quantidade de casas decimais que ele.
- $5,89 - 0,352 - 1,229 = 4,309 = 4,31 \longrightarrow$ \ominus número 5,89 possui menos casas decimais . Sendo assim, o resultado deve ter a mesma quantidade de casas decimais que ele.

Porque o resultado é baseado no número com menos casas decimais ??

Soma de algarismos significativos

$$\begin{array}{r} 280,8685 \\ 76,251 \\ 5,12 \\ + \\ \hline 362,2395 \end{array}$$

⊕ último dígito de um número é duvidoso

MULTIPLICAÇÃO ⊕ E DIVISÃO ⊕

Na multiplicação ou divisão de algarismos significativos, o resultado deve seguir a mesma ideia da soma e da subtração. Realiza-se a operação e, após sua conclusão, arredonda-se o resultado para ele ter a mesma quantidade de algarismos significativos daquele que possui menor número de algarismos significativos.

Ex. :

- $0,24 \cdot 75,2 = 18,048 = 18$ — ⊕ algarismo significativo com menos dígitos é 0,24, que possui dois dígitos por apresentar um zero isolado à esquerda
- $26289,08 \div 346 = 75,98 = 76,0$ — ⊕ resultado terá 3 algarismos significativos, já que 346 possui menos dígitos. Como após 9 no resultado vem 8, acrescenta-se 1 a 9, fazendo com que o resultado seja 760.



Agora é com vocês !!!

EXEMPLO: Transforme a unidade da concentração de 0,0025 kg/mL de um determinado produto em g/L.

Primeiramente, vamos falar brevemente desse assunto. A concentração comum, também chamada de concentração em g/L, consiste na relação entre a massa de soluto existente em um volume de solução. Matematicamente, a concentração comum é expressa através da fórmula: $C = m/V$.

⊕ que seria essa solução? Uma solução é uma mistura homogênea formada por uma substância em menor quantidade, chamada de soluto, dissolvida em um solvente, que está em maior quantidade. Exemplo: o mar. A concentração do cloreto de sódio na água do mar é, em média, de 2,5 g/L. Sendo assim, existem 2,5 gramas de sal, que é o soluto, em cada 1 litro de água do mar, que é a solução.

Bom, introduzimos brevemente a definição de concentração e solução e vimos que uma maneira de calculá-la seria através da fórmula $C = m/V$. Porém, o que pede no exercício é a conversão de 0,0025 kg/mL em outra unidade de medida, g/L. Faremos isso, usando análise dimensional

DADO X FATOR DE CONVERSÃO = RESPOSTA

$$\frac{0,0025 \text{ Kg}}{\text{mL}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{2500 \text{ g}}{\text{L}}$$

Resposta : Uma concentração de 0,0025 kg/mL de determinado produto corresponde a uma concentração de 2500 g/L do mesmo produto.

Exercícios de Algarismos significativos

Exercício :

1. Calcule a área de um retângulo com base de 6,221 centímetros e altura de 5,2 centímetros .
2. Quanto é $5,268 + 58,1 + 0,25 + 3,658$?
3. Quanto é $8,6587 + 2,336 - 7,55 + 0,2$?

Exercícios de Algarismos significativos

Resposta :

1. Calcule a área de um retângulo com base de 6,221 centímetros e altura de 5,2 centímetros .

$6,221 \times 5,2 = 32,3492 = 32$ (\oplus resultado tem a mesma quantidade de algarismo significativo que o número com menos algarismos significativos)

2. Quanto é $5,268 + 58,1 + 0,25 + 3,658$?

$5,268 + 58,1 + 0,25 + 3,658 = 67,276 = 67,3$ (\oplus resultados tem o mesmo número de casas decimais que o número que tem menos casa decimais)

3. Quanto é $8,6587 - 2,336 - 7,55 - 0,2$?

$8,6587 - 2,336 - 7,55 - 0,2 = 1,5727 = 1,6$ (Assim como no caso da adição, (\oplus resultados tem o mesmo número de casas decimais que o número que tem menos casa decimais)

Exercício de Algarismos significativos

Exercício :

Indique o número de algarismos significativos de cada número abaixo:

- a) 12,00
- b) 0,3300
- c) 0,0015
- d) $2,23 \cdot 10^9$
- e) 2008

Exercício de Algarismos significativos

Resposta :

- a) 12,00
- b) 0,3300
- c) 0,0015
- d) $2,23 \cdot 10^9$
- e) 2008

- a) = 4 AS (Zeros a direita são considerados AS)
- b) = 4 AS (Zeros a esquerda não são AS e a direita são)
- c) = 2 AS (Zeros a esquerda não são considerados AS)
- d) = 3 AS (Potência de dez não é contabilizada)
- e) = 4 AS (Zeros entre números diferentes de zero, são considerados AS)

Exercícios de Análise dimensional

Exercicio :

Calcule a quantidade em mol existente em $1,5 \times 10^{24}$ moléculas de ácido fosfórico.

Dado : constante de Avogadro = 6×10^{23} /mol.

Exercícios de Análise dimensional

Resposta :

“ DADO X FATOR DE CONVERSÃO = RESPOSTA ”

$$1,5 \times 10^{24} \text{ moléculas} \times \frac{1 \text{ mol}}{6 \times 10^{23} \text{ moléculas}} = 2,5 \text{ mols}$$

Exercícios de Análise dimensional

Exercício :

Quantas moléculas encontramos em 146 gramas de ácido clorídrico (HCl) ?

DADOS: Massas molares em g/mol : H= 1, Cl=35,5.

Constante de Avogrado: 6×10^{23} /mol.

Exercícios de Análise dimensional

DADO x FATOR DE CONVERSÃO = RESPOSTA

Nesse exercício, observe que primeiro devemos calcular a massa molecular do ácido clorídrico para saber quantas gramas de HCl temos em um mol.

$$M(\text{HCl}) = 1 + 35,5 = 36,5 \text{ g/mol}$$

Massa atômica do H Massa atômica do Cl

Sabemos que 36,5 g de HCl \longrightarrow 1 mol
Constante de Avogadro = 6×10^{23} moléculas \longrightarrow 1 mol

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol} \\ 36,5 \text{ g de HCl} \end{array} \right\} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ molec.}}{1 \text{ mol}} = \frac{6 \times 10^{23} \text{ molec.}}{36,5 \text{ g de HCl}}$$

$$\cancel{146 \text{ g de HCl}} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ molec.}}{\cancel{36,5 \text{ g de HCl}}} = 24 \times 10^{23} \text{ moléculas} \longrightarrow \text{Resposta !!}$$

THE END