

GRANDEZAS DA QUÍMICA E DA ENGENHARIA QUÍMICA **(Transparências)**

Objetivo:

Apresentar modificações ocorridas com algumas grandezas, principalmente sob o ponto de vista das unidades relacionadas com essas grandezas. São elas:

1) Quantidade de Matéria (N)

Quantidade de matéria é o termo usado para substituir o que era anteriormente conhecido como:

número de moles ⇒ expressão obsoleta que não deve ser mais usada.

O fato de que o plural do nome da unidade mol é mols ao invés de moles levou as pessoas a usarem número de mols como sinônimo da quantidade de matéria; no entanto número de mols é tão inadequado quanto número de moles.

De maneira semelhante ocorre com outras grandezas:

- não é usual a expressão número de quilogramas para se referir à massa
- nem número de metros cúbicos ou número de litros como equivalente a volume.

Assim;

Não se deve usar número de mols como equivalente à quantidade de matéria.

Como nos interessa trabalhar com números fixos de entidades a serem medidas devemos usar a grandeza quantidade de matéria, cuja a unidade no SI é o mol.

ATENÇÃO

Como esta grandeza não se refere apenas a moléculas, as entidades elementares devem ser especificadas se são moléculas, átomos, elétrons, outras partículas ou agrupamentos especificados de tais partículas.

Podemos nos referir a mol de moléculas, mol de átomos, mol de íons etc., independentemente da entidade elementar.

EXEMPLO:

O correto é dizer que:

1 mol do átomo de C

se combina com

4 mols do átomo de H

para formar:

1 mol de CH₄

DEFINIÇÃO DE MOL

Pelo Sistema Internacional (SI) o mol é definido como a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quanto são os átomos contidos em 0,012 quilograma de carbono 12.

Este número de átomos referido anteriormente é igual a

$6,02214 \times 10^{23}$ → o famoso número de Avogadro.

Portanto:

Toda amostra de substância que contiver este número de entidades terá uma quantidade de matéria igual a 1 mol.

Observação:

Os países de língua inglesa ainda adotam o libramol (lbmol) como unidade de quantidade de matéria.

O libra mol contém tantas unidades elementares quanto são os átomos contidos em 12 lb de carbono 12. Neste caso o número de Avogadro é igual a:

$$2,73160 \times 10^{26}$$

ou seja:

$$1,0 \text{ lb} = 453,5924 \text{ g} \quad \text{portanto:}$$

$$1,0 \text{ lbmol} = 453,5924 \times 6,02214 \times 10^{23}$$

EXERCÍCIO:

Quantas entidades elementares estão contidas em amostras com as seguintes quantidades de matéria:

a) 50,0 kmol de CH₄ ?

b) 50,0 lbmol de H₂ ?

c) 50,0 Mmol de C ?

2) Massa Molar (M)

É dado o nome de massa molar à relação entre as grandezas:

MASSA (m) e QUANTIDADE DE MATÉRIA (N)

A massa molar de qualquer substância (ou qualquer elemento químico) corresponde a sua massa molecular (ou massa atômica) com as unidades respectivas de massa e quantidade de matéria.

Exemplo:

Massa molar do Carbono:

12,01 g/mol ou 12,01 kg/kmol ou ainda 12,01 lb/lbmol

Massa molar da água:

18,016 g/mol ou 18,016 kg/kmol ou ainda 18,016 lb/lbmol

Observação:

Lembre-se que a massa molar vale para qualquer entidade elementar, seja molécula ou átomo.

Nos cálculos de engenharia química a massa molar é a grandeza recomendada para relacionar a massa com a quantidade de matéria.

EXERCÍCIO:

Calcule a quantidade de matéria equivalente a 450 kg de água.

3) Massa Específica (ρ) e Volume Específico (v)

A relação entre a massa m kg de uma substância com o volume V m^3 que esta massa ocupa tem o nome de massa específica;

A relação entre este volume e a respectiva massa tem o nome de volume específico (portanto, uma inverso da outra).

Grandeza	Definição	Unidades SI
Massa específica	$\rho = \text{massa} / \text{volume}$	kg/m^3
Volume específico	$v = \text{volume} / \text{massa}$	m^3/kg

Alguns autores ainda usam indevidamente o termo densidade para a relação massa por volume. Densidade é a relação entre as massas específicas de duas substâncias, uma delas tomada como padrão.

EXERCÍCIO:

Sabendo-se que a 20°C e pressão atmosférica a massa de 998,234 kg de água ocupa o volume de 1m^3 , calcule a massa específica e o volume específico da água nestas condições.

4) Volume Molar

Uma dada amostra de uma substância ocupa um volume V e possui uma certa quantidade de matéria N . A relação entre volume e a quantidade matéria equivalente da substância tem o nome de volume molar (V_m).

Observação:

Esta grandeza é mais usualmente conhecida para os gases, onde condições padrão de temperatura e pressão são usadas para defini-los.

5) Vazão ou Taxa de Escoamento

A taxa na qual uma quantidade de material é transportada através de uma tubulação de processo é a taxa de escoamento ou vazão do material, ou seja, uma quantidade por unidade de tempo.

Assim temos:

“A quantidade de uma corrente de processo que é transportada ou escoada através da tubulação pode ser expressa em volume, massa ou quantidade de matéria”

<u>Vazão volumétrica</u>	volume por tempo
<u>Vazão mássica</u>	Massa por tempo
<u>Vazão de quantidade de matéria</u> (vazão molar)	Quantidade de matéria por tempo

Embora o termo taxa possa ser usado o termo vazão é mais usual na engenharia química.

EXERCÍCIO:

Água a 20°C escoa em uma tubulação com a vazão volumétrica de 100,0 m³/h, calcule as suas vazões mássica e molar.

Dado massa específica (20°C) = 998,234 kg/m³

GRANDEZAS DA QUÍMICA E DA ENGENHARIA QUÍMICA

RELAÇÕES ENTRE GRANDEZAS

Quando se deseja conhecer os componentes contidos em um material (líquido ou gasoso) e em que quantidade eles estão presentes, busca-se como resposta a COMPOSIÇÃO do material.

Quando por outro lado o objetivo é conhecer a quantidade de um componente em uma dada quantidade de material, não se importando quais são os outros componentes, a resposta é o TEOR da substância no material.

COMPOSIÇÃO

Em um material com k componentes é possível expressar a composição em diferentes formas:

Formas de expressar a composição de materiais

Fração ou % em massa	$f_i = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^k m_i}$ ou $f_i \% = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^k m_i} \times 100$
Fração ou % em volume	$\phi_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^k V_i}$ ou $\phi_i \% = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^k V_i} \times 100$
Fração ou % em quantidade de matéria*	$x_i = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^k N_i}$ ou $x_i \% = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^k N_i} \times 100$

*Esta fração era conhecida como "fração molar", nome não mais recomendado e considerado obsoleto.

É claro que a soma de qualquer uma das frações individuais acima é igual a 1 (ou igual a 100, se expresso em porcentagem).



Exemplo Cálculo de composição de mistura expressa em fração

Uma solução cáustica foi obtida adicionando-se 40 kg de NaOH em 120 kg de H₂O. Calcule a fração em massa e em quantidade de matéria de cada componente da solução.

Obs.:

Em alguns processos é conveniente expressar a composição de uma mistura como uma razão entre um componente e um outro tomado como base.

Formas de expressar a razão

Razão em massa	$F_i = \frac{\text{Massa do componente } i}{\text{Massa do componente base}}$	Eq. 3.2a
Razão em quantidade de matéria	$X_i = \frac{\text{Quantidade de Matéria do componente } i}{\text{Quantidade de Matéria do componente base}}$	Eq. 3.2b



Exemplo Cálculo de composição de mistura expressa em razão

Suponha uma mistura composta de três componentes *a*, *b* e *c* com as respectivas quantidades de matéria: 10 kmol, 20 kmol e 50 kmol. A composição da mistura estará definida se expressarmos a razão molar, tomando como componente base o *c*, será: