

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS



Operações Unitárias I

**Introdução aos Processos Químicos: conceitos;
unidades e variáveis de processo**

AULA 3

Profa. Dra. Bianca Chierregato Maniglia

biancamaniglia@usp.br

biancamaniglia@iqsc.usp.br

Variáveis de processo

3) Composição Química

3.1) Massa atômica



Número atômico 6

C Símbolo

Nome do elemento Carbono

12.01 Massa atômica

Átomo de sódio

23 u

11 Na 281

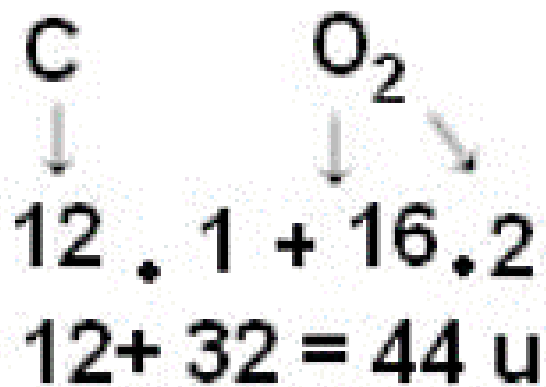
Sodium

22.9897

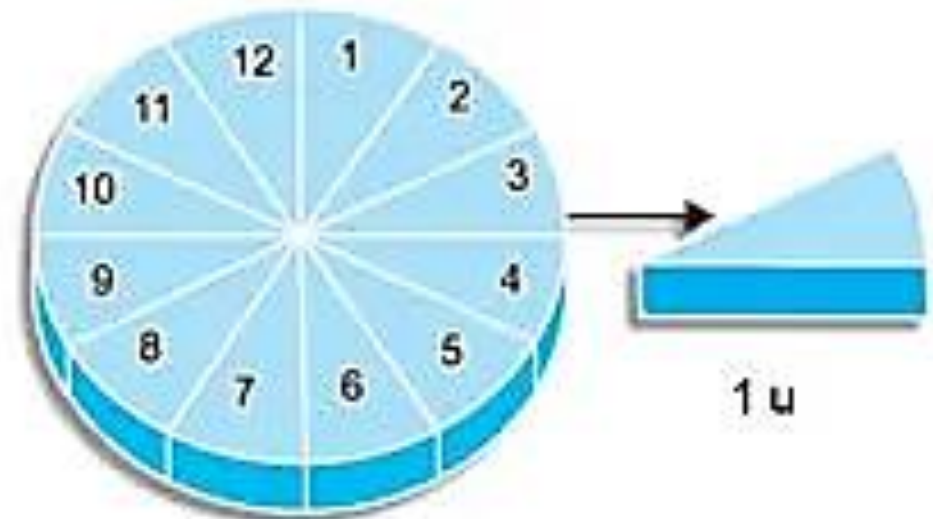
Variáveis de processo

3) Composição Química

3.2) Massa molecular

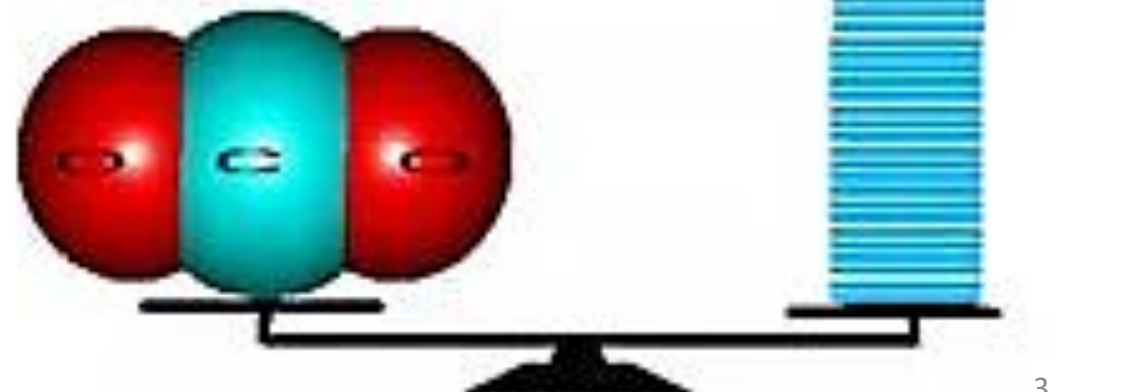


Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.00674	Oxygen 8 O 15.9994
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------



Átomo de C
isótopo 12

Molécula de CO₂



Variáveis de processo

3) Composição Química

3.3) Massa molar



MOL

Significa quantidade de matéria (n)

1 mol

equivale

em massa

Massa molar (g/mol)

em volume

22,4 L/mol CNTP (gás)

em nº de moléculas

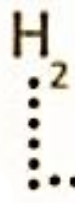
$6,02 \times 10^{23}$ moléculas/mol

O nº de mols é obtido:

$$n = \frac{m}{M}$$

Indica a **Massa molar** em gramas (M)

Ex:



$2 \times 1 = 2 \text{ g/mol}$

Mol

Indica volume em Litros

22,4 L nas CNTP

Indica a quantidade de: átomos, moléculas ou íons


$6,02 \cdot 10^{23}$ entidades


g-mol (SI) => Quantidade dessa espécie cuja massa é numericamente igual a sua massa molecular


g-mol; kg-mol; lb-mol; ton-mol


Monóxido de carbono, CO, tem massa molecular igual a **28**. Logo:

28 g/mol


1 gmol CO contém 28 g 


1 lbmol CO contém 28 lbm 


1 ton-mol CO contém 28 ton 

1 kmol CO contém 28 kg 

Então, se a massa molecular de uma substância é M, há:

M kg/kgmol 

M g/gmol ou g/mol 

M lbm/lbmol da substância 

$$M = \frac{\textit{massa}}{\textit{número de mols}}$$

$$M_{\text{NH}_3} = 17 \text{ g/ g-mol}$$

$$M_{\text{NH}_3} = 17 \text{ kg/ kg-mol}$$

Ex.: 1) 34 kg de amônia (NH₃, M = 17) equivalem a:
X kg-mol

Ex.: 2) 4 lb-mol de NH₃ equivalem a:
X lbm

$$M_{\text{NH}_3} = 17 \text{ lbm/ lb-mol}$$

Exercício I.7) Converter 1 lb-mol de uma substância de massa molecular M para g-mol.

Massa	
1	= 453,592
Libra	Gramma

$$M_{\text{H}_2} = 2 \text{ g/ g-mol}$$

$$M_{\text{H}_2} = 2 \text{ lbm/ lbm-mol}$$

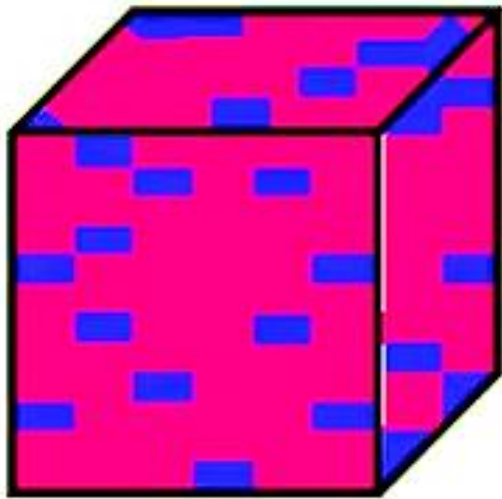
Ex: 100 kg/h de CO_2 ($M=44$) fluem em uma tubulação. Qual é a vazão molar?

Exercício I.8) Qual quantidade de cada uma das substâncias abaixo está contida em 100,0 lbm de CO_2 ($M=44$)?

- a) Lb-mol CO_2
- b) mol CO_2
- c) lb-mol C
- d) lb-mol O
- e) lb-mol O_2
- f) lbm O
- g) lbm O_2
- h) moléculas de CO_2

3) Composição Química

3.2) Fração mássica e molar – massa molecular média



■ Componente A
■ Componente B

Fração mássica

$$x_A + x_B = 1$$

Fração molar

$$y_A + y_B = 1$$

Fração mássica →

$$x_A = \frac{\text{massa de A}}{\text{massa total}} \left[\frac{\text{kg A}}{\text{kg total}}, \frac{\text{g A}}{\text{g total}}, \frac{\text{lbm A}}{\text{lbm total}} \right]$$

Fração molar →

$$y_A = \frac{\text{mols de A}}{\text{mols total}} \left[\frac{\text{kmol A}}{\text{kmol total}}, \frac{\text{mols A}}{\text{mols total}}, \frac{\text{lb - mol A}}{\text{lb - mol total}} \right]$$

Multiplicando-se por 100, tem-se a fração em termos de porcentagem.

3.2) Fração mássica e molar – massa molecular média

Fração mássica

$$x_A + x_B = 1$$

$$\dot{m}_t = \dot{m}_A + \dot{m}_B$$

$$\dot{m}_t = x_A \cdot \dot{m}_t + x_B \cdot \dot{m}_t$$

Fração molar

$$y_A + y_B = 1$$

$$\dot{n}_t = \dot{n}_A + \dot{n}_B$$

$$\dot{n}_t = y_A \cdot \dot{n}_t + y_B \cdot \dot{n}_t$$

Exercício I.9) Tem-se uma solução com 15% de A em massa e 20% de B em mols.

- a) Calcular a massa de A em 200 kg de solução.
- b) Calcule a vazão mássica de A na corrente que está fluindo à uma vazão total mássica do fluido de 50 lbm/h
- c) Calcule a vazão molar de B numa corrente de 1000 moles solução/min.
- d) Calcule a vazão total de solução que corresponde a vazão molar de 25 kmol B/s.
- e) Calcule a massa de solução que contém 300 lbm de A.