

## Cálculo Estequiométrico

Cálculo estequiométrico é o cálculo das quantidades de substâncias que participam de uma reação química, sejam elas reagentes ou produtos. Essas quantidades podem ser massas, volumes, números de mols ou moléculas.

O cálculo estequiométrico normalmente envolve duas substâncias: uma cuja quantidade é dada no problema e outra cuja quantidade se deseja calcular.

- Exemplos:

### Cálculo do número de mols

105,3 g de carbonato de alumínio,  $Al_2(CO_3)_3$ , foram tratados pelo ácido clorídrico em excesso. Qual o número de mols de gás carbônico desprendido?



#### Desenvolvimento:

Massa molar do  $Al_2(CO_3)_3 = (2 \times 27 + 3 \times 12 + 9 \times 16) \text{ g/mol} = 234 \text{ g/mol}$

$$n(Al_2(CO_3)_3) = \frac{1 \text{ mol}}{234 \text{ g}} \cdot 105,3 \text{ g} = 0,45 \text{ mol}$$

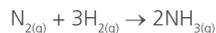
$$n(CO_2) = \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } Al_2(CO_3)_3} \cdot 0,45 \text{ mol } Al_2(CO_3)_3 \Rightarrow n(CO_2) = 1,35 \text{ mol}$$

De outro modo:

$$n(CO_2) = \frac{3 \text{ mol } CO_2}{234 \text{ g } Al_2(CO_3)_3} \cdot 105,3 \text{ g } Al_2(CO_3)_3 = 1,35 \text{ mol } CO_2$$

### Cálculo do número de moléculas

60 g de hidrogênio reagiram com quantidade suficiente de nitrogênio produzindo amônia ( $NH_3$ ). Qual o número de moléculas de produto obtidas?



#### Desenvolvimento:

Massa molar do  $H_2 = 2 \times 1 \text{ g/mol} = 2 \text{ g/mol}$

$$n(H_2) = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ g}} \cdot 60 \text{ g} = 30 \text{ mol}$$

$$n(NH_3) = \frac{2 \text{ mol } NH_3}{3 \text{ mol } H_2} \cdot 30 \text{ mol } H_2 = 20 \text{ mol } NH_3$$

$$N(NH_3) = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} \cdot 20 \text{ mol } NH_3 \Rightarrow$$

$$N(NH_3) = 1,204 \cdot 10^{25} \text{ moléculas}$$

## Anotações

De outro modo:

$$N(\text{NH}_3) = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} \cdot \frac{2 \text{ mol NH}_3}{3 \text{ mol H}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \cdot 60 \text{ g H}_2 = 1,204 \cdot 10^{25} \text{ moléculas NH}_3$$

Ou, de modo mais simples:

$$N(\text{NH}_3) = \frac{2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas NH}_3}{3 \cdot 2 \text{ g H}_2} \cdot 60 \text{ g H}_2 = 1,204 \cdot 10^{25} \text{ moléculas NH}_3$$

## Cálculo da massa

A decomposição térmica do fosfato de cálcio,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , origina os óxidos de cálcio e de fósforo. Qual a massa de reagente que deve ser utilizada na obtenção de 3,36 kg de óxido de cálcio (CaO)?



### Desenvolvimento:

Massa molar do  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = (3 \times 40 + 2 \times 31 + 8 \times 16) \text{ g/mol} = 310 \text{ g/mol}$

Massa molar do CaO =  $(40 + 16) \text{ g/mol} = 56 \text{ g/mol}$

$$n(\text{CaO}) = \frac{1 \text{ mol}}{56 \text{ g}} \cdot 3360 \text{ g} = 60 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{1 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{3 \text{ mol CaO}} \cdot 60 \text{ mol CaO} = 20 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

$$m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{310 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot 20 \text{ mol} = 6200 \text{ g} \Rightarrow \boxed{m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 6,2 \text{ kg}}$$

De outro modo:

$$m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{310 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{3 \cdot 56 \text{ g CaO}} \cdot 3,36 \text{ kg CaO} = 6,2 \text{ kg Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

## Cálculo do volume

Que volume de NO gasoso, medido em CNTP, é obtido quando se dissolvem 38,1 g de cobre metálico em ácido nítrico diluído?



### Desenvolvimento:

Massa molar do Cu = 63,5 g/mol

$$n(\text{Cu}) = \frac{1 \text{ mol}}{63,5 \text{ g}} \cdot 38,1 \text{ g} = 0,6 \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}) = \frac{2 \text{ mol NO}}{3 \text{ mol Cu}} \cdot 0,6 \text{ mol Cu} = 0,4 \text{ mol}$$

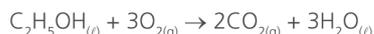
$$V(\text{NO}) = \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} \cdot 0,4 \text{ mol} \Rightarrow \boxed{V(\text{NO}) = 8,96 \text{ L}}$$

De outro modo:

$$V(\text{NO}) = \frac{2 \cdot 22,4 \text{ L NO}}{3 \cdot 63,5 \text{ g Cu}} \cdot 38,1 \text{ g Cu} = 8,96 \text{ L NO}$$

### Problema com reagente em excesso

Determine o reagente em excesso, a massa do excesso e calcule o número de mol de CO<sub>2</sub> produzido a partir da reação de combustão completa entre 92 g de etanol e 240 g de oxigênio.



#### Desenvolvimento:

Massa molar do C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH = (2 × 12 + 6 × 1 + 16) g/mol = 46 g/mol

Massa molar do O<sub>2</sub> = 2 × 16 g/mol = 32 g/mol

$$n(C_2H_5OH) = \frac{1 \text{ mol}}{46 \text{ g}} \cdot 92 \text{ g} = 2 \text{ mol}$$

$$n(O_2) = \frac{1 \text{ mol}}{32 \text{ g}} \cdot 240 \text{ g} = 7,5 \text{ mol}$$

A quantidade de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH necessária para o consumo total de 7,5 mol de O<sub>2</sub> é:

$$n(C_2H_5OH)_{\text{necessário}} = \frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{3 \text{ mol } O_2} \cdot 7,5 \text{ mol } O_2 = 2,5 \text{ mol } C_2H_5OH$$

A quantidade de O<sub>2</sub> necessária para o consumo total de 2 mol de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH é:

$$n(O_2)_{\text{necessário}} = \frac{3 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} \cdot 2 \text{ mol } C_2H_5OH = 6 \text{ mol } O_2$$

Conclui-se que o O<sub>2</sub> está em excesso e que o excesso é de: 7,5 mol – 6 mol = 1,5 mol.

$$m(O_2)_{\text{excesso}} = \frac{32 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot 1,5 \text{ mol} \Rightarrow m(O_2)_{\text{excesso}} = 48 \text{ g}$$

Assim, o número de mols de CO<sub>2</sub> produzido é:

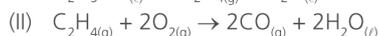
$$n(CO_2) = \frac{2 \text{ mol } CO_2}{3 \text{ mol } O_2} \cdot 6 \text{ mol } O_2 \Rightarrow n(CO_2) = 4 \text{ mol}$$

Ou, de outro modo:

$$n(CO_2) = \frac{2 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} \cdot 2 \text{ mol } C_2H_5OH = 4 \text{ mol } CO_2$$

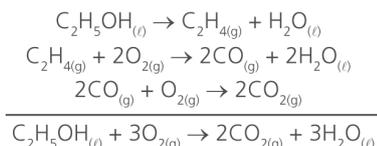
### Problema com uma seqüência de reações químicas

Calcule a maior massa de CO<sub>2</sub> que pode ser produzida a partir de 2,3 kg de álcool etílico, considerando o seguinte processo em etapas:



#### Desenvolvimento:

Primeiramente devemos encontrar a equação global pela soma das etapas, cancelando os intermediários C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> e CO. Para isso, a etapa III deve ser multiplicada por 2:



Massa molar do C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH = (2 × 12 + 6 × 1 + 16) g/mol = 46 g/mol

Massa molar do CO<sub>2</sub> = (12 + 2 × 16) g/mol = 44 g/mol

$$m(CO_2) = \frac{2 \cdot 44 \text{ g } CO_2}{46 \text{ g } C_2H_5OH} \cdot 2,3 \text{ kg } C_2H_5OH \Rightarrow m(CO_2) = 4,4 \text{ kg}$$

### Problema envolvendo rendimento

Calcule a massa de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) que é obtida na ustulação de 46,2 kg de dissulfeto de ferro II (FeS<sub>2</sub>) a um rendimento de 75%.



#### Desenvolvimento:

Massa molar do FeS<sub>2</sub> = (56 + 2 × 32) g/mol = 120 g/mol

Massa molar do SO<sub>2</sub> = (32 + 2 × 16) g/mol = 64 g/mol

$$m(SO_2)_{\text{teórica}} = \frac{8 \cdot 64 \text{ g } SO_2}{4 \cdot 120 \text{ g } FeS_2} \cdot 46,2 \text{ kg } FeS_2 = 49,28 \text{ kg } SO_2$$

$$m(SO_2)_{\text{real}} = \frac{49,28 \text{ kg}}{100\%} \cdot 75\% \Rightarrow m(SO_2)_{\text{real}} = 36,96 \text{ kg}$$

### Problema envolvendo teor de pureza

Determine a massa de pirolusita bruta contendo 90% de dióxido de manganês (MnO<sub>2</sub>) que é necessária para produzir 6,12 kg de óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), na produção de manganês metálico por aluminotermia.



#### Desenvolvimento:

Massa molar do MnO<sub>2</sub> = (55 + 2 × 16) g/mol = 87 g/mol

Massa molar do Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = (2 × 27 + 3 × 16) g/mol = 102 g/mol

$$m(MnO_2)_{\text{puro}} = \frac{3 \cdot 87 \text{ g } MnO_2}{2 \cdot 102 \text{ g } Al_2O_3} \cdot 6,12 \text{ kg } Al_2O_3 = 7,83 \text{ kg } MnO_2$$

$$m(MnO_2)_{\text{bruto}} = \frac{7,83 \text{ kg}}{90\%} \cdot 100\% \Rightarrow m(MnO_2)_{\text{bruto}} = 8,7 \text{ kg}$$

### Problema envolvendo o ar

Calcule o volume de ar, em CNTP, que fornece o oxigênio necessário à combustão não catalisada de 15 mols de amônia. Considere o ar formado por 80% de N<sub>2</sub> e 20% de O<sub>2</sub> em volume.





09. (ITA) O hidrogênio produzido na reação de 5,59 g de ferro metálico com excesso de solução de ácido clorídrico reduziria a seguinte massa de óxido cuproso: (Considere as massas atômicas: Fe=55,9; Cu=63,4)
- A) 5,6 g  
 B) 7,9 g  
 C) 9,5 g  
 D) 14,2 g  
 E) 28,4 g
10. (ITA) A calcinação de 1,42 g de uma mistura sólida constituída de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$  produziu um resíduo sólido que pesou 0,76 g e um gás. Com estas informações, qual das opções a seguir é a relativa à afirmação **correta**?
- A) Borbulhando o gás liberado nesta calcinação em água destilada contendo fenolftaleína, com o passar do tempo a solução irá adquirir uma coloração rósea.  
 B) A coloração de uma solução aquosa, contendo fenolftaleína, em contato com o resíduo sólido é incolor.  
 C) O volume ocupado pelo gás liberado devido à calcinação da mistura, nas CNTP, é de 0,37 L.  
 D) A composição da mistura sólida inicial é 70% (m/m) de  $\text{CaCO}_3$  e 30% (m/m) de  $\text{MgCO}_3$ .  
 E) O resíduo sólido é constituído pelos carbetos de cálcio e magnésio.
11. (ITA/2004) Uma mistura de 300 mL de metano e 700 mL de cloro foi aquecida no interior de um cilindro provido de um pistão móvel sem atrito, resultando na formação de tetracloreto de carbono e cloreto de hidrogênio. Considere todas as substâncias no estado gasoso e temperatura constante durante a reação. Assinale a opção que apresenta os volumes **corretos**, medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão, das substâncias presentes no cilindro após reação completa.

	Volume metano (mL)	Volume cloro (mL)	Volume tetracloreto de carbono (mL)	Volume cloreto de hidrogênio (mL)
A)	0	0	300	700
B)	0	100	300	600
C)	0	400	300	300
D)	125	0	175	700
E)	175	0	125	700

12. (ITA/2001) Em um béquer, contendo uma solução aquosa 1,00 mol/L em nitrato de prata, foi adicionada uma solução aquosa contendo um sal de cloreto ( $\text{M}_y\text{C}_x$ ). A mistura resultante foi agitada, filtrada e secada, gerando 71,7 gramas de precipitado. Considerando que não tenha restado cloreto no líquido sobrenadante, o número de mols de íons  $\text{M}^{*+}$  adicionado à mistura, em função de **x** e **y**, é:
- A)  $x/y$   
 B)  $2x/y$   
 C)  $y/2x$   
 D)  $2y/x$   
 E)  $x^2/y$

EFOMM – ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE - 2011

# FARIAS BRITO

## O MELHOR DO NORTE E NORDESTE NA MARINHA MERCANTE

**1º LUGAR**  
DO NORTE E NORDESTE  
BRÁULIO HENRIQUE



flex. MSBC

### 03 ALUNOS ENTRE OS CINCO PRIMEIROS DO NORTE E NORDESTE



**1º LUGAR**  
BRÁULIO HENRIQUE



**3º LUGAR**  
DANILO CARVALHO



**5º LUGAR**  
JOSÉ DE OLIVEIRA

**TESTE DE SELEÇÃO: 8 DE OUTUBRO**

QUANDO VOCÊ ESCOLHE UMA  
ESCOLA DE EXCELÊNCIA,  
O MUNDO ESCOLHE VOCÊ.



Organização  
das Nações Unidas  
para a Educação,  
a Ciência e a Cultura



Escolas  
Associadas  
da UNESCO

ORGANIZAÇÃO EDUCACIONAL

**FARIAS  
BRITO**

Lições para toda a vida.

[www.fariasbrito.com.br](http://www.fariasbrito.com.br)