

ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA DA CALHETA

Física e Química A – 10.º Ano

Ficha de trabalho de consolidação Q2.2 – n.º 4

Nome: _____ N.º: _____ Turma: _____

Unidade 2 / 2.2. Gases e dispersões

2.2.3. Composição quantitativa de soluções

Dados: $A_r(H) = 1,01$; $A_r(C) = 12,01$; $A_r(O) = 16,0$; $A_r(Na) = 22,99$; $A_r(Cu) = 63,55$; $A_r(S) = 32,06$
 $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $V_m(\text{PTN}) = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

1. Num recipiente estão presentes 100,0 g de ar seco, a 0 °C e à pressão de 1 atm. O ar presente no recipiente tem uma percentagem mássica em dióxido de carbono (CO_2) de 0,0004%. Calcule:

- 1.1. O teor em dióxido de carbono, em ppm; [R: 4 ppm de CO_2]

$$\text{ppm}(\text{CO}_2) = \frac{m_{\text{CO}_2}}{m_T} \times 10^6 = \% \left(\frac{m}{m} \right) \times 10^4 = 0,0004 \times 10^4 = 4 \text{ ppm}$$

- 1.2. A quantidade deste gás contida no recipiente; [R: $n = 9,09 \times 10^{-6} \text{ mol}$]

$$\% (m/m) = \frac{m_{\text{CO}_2}}{m_T} \times 100$$

$$0,0004 = \frac{m_{\text{CO}_2}}{100,0} \times 100$$

$$m_{\text{CO}_2} = 0,0004 \text{ g CO}_2$$

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

$$n = \frac{0,0004}{44,01} = 9,1 \times 10^{-6} \text{ mol CO}_2$$

$$M(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g/mol}$$

- 1.3. O volume ocupado pelo dióxido de carbono nas condições referidas; [R: $V = 2,04 \times 10^{-4} \text{ dm}^3$]

$$V_m = \frac{V}{n} \quad (=, V = n \times V_m)$$

$$= 9,1 \times 10^{-6} \times 22,4 = 2,04 \times 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$$

- 1.4. A densidade deste gás nas condições referidas; [R: $\rho = 1,96 \text{ g/dm}^3$]

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,0004 \text{ g}}{2,04 \times 10^{-4} \text{ dm}^3} = 1,96 \text{ g/dm}^3$$

$$\boxed{\text{ou}} \quad \rho = \frac{m/m}{V/m} = \frac{M}{V_m} = \frac{44,01 \text{ g}}{22,4 \text{ dm}^3} = 1,96 \text{ g/dm}^3$$

- 1.5. O número de moléculas de CO_2 presentes no recipiente; [R: $N = 5,47 \times 10^{18}$ moléculas]

$$N = n_{\text{CO}_2} \times N_A = 9,1 \times 10^{-6} \times 6,02 \times 10^{23} = 5,47 \times 10^{18} \text{ moléculas CO}_2$$

- 1.6. O número de átomos de oxigénio presentes no recipiente. [R: $1,09 \times 10^{19}$ átomos de O]

$$N_{\text{at}}(O) = 2 \times N(\text{O}_2)$$

$$= 2 \times 5,47 \times 10^{18} = 1,09 \times 10^{19} \text{ átomos de O}$$

2. O rótulo de um frasco que contém uma solução de hidróxido de sódio apresenta as seguintes informações:

$$\rho_{\text{solução}} = 1,20 \text{ g cm}^{-3}; \%(\text{m/m}) = 20\%$$

$$20\% \Rightarrow 100\text{g} \rightarrow \begin{cases} 20\text{g NaOH} \\ 80\text{g H}_2\text{O} \end{cases}$$

2.1. Determine a fração molar do NaOH na solução; [R: $x = 0,10$]

2.2. Determine a concentração molar da solução. [R: $c = 6,0 \text{ mol dm}^{-3}$]

$$(2.1) \quad x = \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{NaOH}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} \quad n_{\text{NaOH}} = \frac{m}{M(\text{NaOH})} = \frac{20\text{g}}{22,99 + 16,00 + 1,01} = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ mol}$$

$$x = \frac{0,5}{0,5 + 4,44} = 0,10$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{80\text{g}}{18,02} = 4,44 \text{ mol}$$

$$(2.2) \quad \text{Em } 100 \text{ g solução} \Rightarrow 20 \text{ g de NaOH}$$

$$V_{\text{solução}} = ?$$

$$0,5 \text{ mol NaOH}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rightarrow c = \frac{n}{V} = \frac{0,5 \text{ mol}}{0,0833 \text{ dm}^3} = 6,0 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{100}{1,20} = 83,3 \text{ cm}^3$$

3. Considere que em 100,0 g de ar seco existem 28,0 g de nitrogénio, N_2 (g), e que nas condições normais de pressão e temperatura (PTN), a massa volúmica do ar seco é $1,30 \text{ g dm}^{-3}$. Calcule a percentagem em volume de N_2 (g) no ar seco. [R: $\%(V/V) = 29,1\%$]

$$100,0 \text{ g total} \rightarrow 28,0 \text{ g N}_2$$

$$\downarrow$$

$$V = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{100}{1,30} = 76,9 \text{ dm}^3 \text{ total}$$

$$\rightarrow n = ?$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{28,0}{14,01 \times 2}$$

$$n = 1,0 \text{ mol N}_2$$

em condições PTN

$$V = n \times V_m = 1,0 \times 22,4 = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ N}_2$$

$$(R:) \quad \%(V/V) = \frac{V_{\text{N}_2}}{V_{\text{T}}} \times 100 = \frac{22,4 \text{ dm}^3}{76,9 \text{ dm}^3} \times 100 = 29,1\%$$

4. Misturou-se 30,00 mL de uma solução de hidróxido de sódio, NaOH, com a concentração de 0,0500 mol dm⁻³ com outra solução de 25,00 mL de hidróxido de sódio, NaOH, com a concentração de 0,0800 mol dm⁻³. Calcule a concentração final desta solução. [R: $c = 0,0636 \text{ mol dm}^{-3}$]

$$C = \frac{n_{\text{t}}}{V_{\text{t}}} = \frac{n_{\text{A}} + n_{\text{B}}}{V_{\text{A}} + V_{\text{B}}} = \frac{1,5 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-3}}{55 \times 10^{-3} \text{ dm}^3}$$

$$C = 0,0636 \text{ mol/dm}^3$$

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow n_{\text{A}} = C_{\text{A}} \times V_{\text{A}} \\ n_{\text{A}} = 0,0500 \times 30 \times 10^{-3} \\ n_{\text{A}} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{B}} = C_{\text{B}} \times V_{\text{B}} \\ = 0,0800 \times 25 \times 10^{-3} \\ = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\boxed{n_{\text{A}} + n_{\text{B}}}$$

$$V_{\text{A}} + V_{\text{B}} = 30 + 25 = 55 \text{ mL}$$

5. Pretende-se preparar 100 mL de uma solução de sulfato de cobre (II) penta-hidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, com a concentração de $1,50 \text{ mol dm}^{-3}$.

5.1. Determine a massa de sulfato de cobre (II) penta-hidratado necessária a preparação da referida solução; [R: $m = 37,5 \text{ g}$]

5.2. Dilui-se a solução-mãe 100 vezes. Qual a concentração da solução diluída?

[R: $c = 0,015 \text{ mol dm}^{-3}$]

(5.1) $c = \frac{n}{V} \Leftrightarrow n = c \times V$ $m = ?$ $m = n \times M$
 $n = 1,50 \times 0,100$
 $n = 0,150 \text{ mol}$ $m = 0,150 \times 249,71 = 37,5 \text{ g}$
 $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M(\text{Cu}) + M(\text{S}) + 4 \times M(\text{O}) + 10 \times M(\text{H}) + 5 \times M(\text{O})$
 $= 63,55 + 32,06 + 4 \times 16,00 + 10 \times 1,01 + 5 \times 16,00$
 $= 249,71 \text{ g mol}^{-1}$

(5.2) $\frac{c_i}{c_f} \Leftrightarrow c_f = \frac{c_i}{f} = \frac{1,50}{100} = 0,015 \text{ mol dm}^{-3}$

6. Que massa de soluto é necessário medir para preparar 100 mL de uma solução com a concentração de $0,050 \text{ mol dm}^{-3}$ de hidróxido de sódio (NaOH)? [R: $m = 0,20 \text{ g de NaOH}$]

Dado: $M(\text{NaOH}) = 40,00 \text{ g/mol}$

$$c = \frac{n}{V} \Leftrightarrow n = c \times V = 0,050 \times 0,100 = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M = m/n \Leftrightarrow m = n \times M = 5,0 \times 10^{-3} \times 40,00 = 0,20 \text{ g NaOH}$$

7. Uma solução com a concentração de $0,30 \text{ mol/L}$ tinha 500 mL de solvente, mas houve uma evaporação de 200 mL do volume desse solvente. Qual a nova concentração dessa solução em mol/L? [R: $c = 0,50 \text{ mol/L}$]

Como evaporou 200 mL sobrou 300 mL da solução.

Qual a quantidade (n) inicial?

$$n = c \times V = 0,30 \times 0,500 = 0,15 \text{ mol.}$$

Concentração final:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,15 \text{ mol}}{0,300 \text{ dm}^3} = 0,50 \text{ mol/L}$$

8. Considere uma solução aquosa a 30% (m/m) de ácido bórico, H_3BO_3 , e cuja massa volúmica é $1,30 \text{ g/cm}^3$. Qual será a sua concentração em mol/dm³. [R: $6,3 \text{ mol/dm}^3$]

Dado: $M(\text{H}_3\text{BO}_3) = 61,83 \text{ g/mol}$

30 g de H_3BO_3 ----- 100 g de solução	
$M = \frac{m}{n} \Leftrightarrow n = \frac{30}{61,83} = 0,485 \text{ mol}$	$\rho = \frac{m}{V} \Leftrightarrow V = \frac{100}{1,30} = 76,9 \text{ cm}^3$
$c = \frac{n}{V} = \frac{0,485 \text{ mol}}{76,9 \times 10^{-3} \text{ dm}^3} = 6,3 \text{ mol dm}^{-3}$	

Outra maneira de fazer:

Considerar um volume de uma solução de 1 dm^3 ou 1000 cm^3

Calcular a massa da solução que corresponde a este volume:

$$\rho = \frac{m}{V} \Leftrightarrow m = V \times \rho = 1000 \text{ cm}^3 \times 1,30 \text{ g cm}^{-3} = 1300 \text{ g solução}$$

Qual a massa do soluto nesta solução:

$$\%(m/m) = \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{solução}}} \times 100 \Leftrightarrow m_{\text{soluto}} = \frac{\%(m/m) \times m_{\text{solução}}}{100} = \frac{30 \times 1300}{100} = 390 \text{ g H}_3\text{BO}_3$$

Qual a quantidade de soluto:

$$M = \frac{m}{n} \Leftrightarrow n = \frac{390}{61,83} = 6,31 \text{ mol}$$

A concentração da solução é:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{6,31 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 6,3 \text{ mol dm}^{-3}$$

9. Sabendo-se que uma solução de ácido sulfúrico concentrado é 98,0% em massa de H_2SO_4 e tem a densidade de $1,84 \text{ g/cm}^3$. Calcule a sua concentração em mol/L. [R: $c = 18,4 \text{ mol/dm}^3$]

Dado: $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08 \text{ g/mol}$

98,0 g de H_2SO_4 ----- 100 g de solução	
$M = \frac{m}{n} \Leftrightarrow n = \frac{98,0}{98,08} = 1,00 \text{ mol}$	$\rho = \frac{m}{V} \Leftrightarrow V = \frac{100}{1,84} = 54,3 \text{ cm}^3$
$c = \frac{n}{V} = \frac{1,00 \text{ mol}}{54,3 \times 10^{-3} \text{ dm}^3} = 18,4 \text{ mol dm}^{-3}$	

10. Uma solução comercial concentrada de ácido clorídrico, HCl, tem um 37% (m/m) e densidade de $1,19 \text{ g/mL}$. **Dado: $M(\text{HCl}) = 36,46 \text{ g/mol}$**

10.1. Calcule a concentração desta solução comercial. [R: $c = 12,1 \text{ mol/dm}^3$]

10.2. Qual o volume que é necessário usar da solução comercial para preparar 250 mL de uma solução de HCl $0,10 \text{ mol/L}$. [R: $V_{\text{inicial}} = 2,1 \text{ mL}$]

10.3. Qual o fator de diluição desta última solução. [R: $f = 121$]

10.1

37 g de HCl ----- 100 g de solução	
$M = \frac{m}{n} \Leftrightarrow n = \frac{37}{36,46} = 1,02 \text{ mol}$	$\rho = \frac{m}{V} \Leftrightarrow V = \frac{100}{1,19} = 84,0 \text{ cm}^3$
$c = \frac{n}{V} = \frac{1,02 \text{ mol}}{84,0 \times 10^{-3} \text{ dm}^3} = 12,1 \text{ mol dm}^{-3}$	

10.2. Na diluição $n_{\text{inicial}} = n_{\text{final}}$

Qual a quantidade de substância que preciso para preparar a solução?

$$n_{\text{final}} = c \times V = 0,10 \times 0,250 = 0,025 \text{ mol.}$$

Na concentração inicial a que volume corresponde a quantidade química anterior?

$$c = \frac{n}{V} \Leftrightarrow V = \frac{n}{c} = \frac{0,025}{12,1} = 2,07 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 = 2,1 \text{ mL}$$

$$10.3. f = \frac{c_{\text{inicial}}}{c_{\text{final}}} \Leftrightarrow f = \frac{12,1}{0,10} = 121$$