

EXERCÍCIOS

QUÍMICA

- 01) Calcular os números de moles existentes em: a) 180 g de H_2SO_4 ;
b) 150 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Dados: **H = 1; O = 16; S = 32; Al = 27.**

Solução:

- a) A massa molecular do H_2SO_4 sendo igual a 98, um mol desse ácido é igual a 98 g; portanto, em 180 g de ácido sulfúrico puro existem:

$$\frac{180}{98} = 1,836 \text{ moles}$$

- b) Em 150 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ existem

$$\frac{150}{522} = 0,287 \text{ moles}$$

onde 522 é a massa molecular do sulfato de alumínio hidratado.

- 02) Qual a molaridade de uma solução que contém 160 g de H_2SO_4 em 620 cm^3 de solução? É dada a massa molecular do ácido sulfúrico, igual a 98.

Solução:

A solução encerra $\frac{160}{98} = 1,632$ moles de H_2SO_4 em 620 cm^3 ; em 1000 cm^3 da solução há, portanto:

$$\frac{1,632 \cdot 1000}{620} = 2,63 \text{ moles}$$

Uma solução 1 molar encerra 1 mol de substância em 1000 cm^3 ; esta solução, encerrando 2,63 moles em 1000 cm^3 , é, portanto, 2,63 molar.

- 03) Qual a massa de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ necessária para preparar 318 cm^3 de uma solução 1,52 molar de sulfato cúprico? Massas atômicas: **O = 16; H = 1; Cu = 63,5; S = 32.**

Solução:

Uma solução 1,52 molar deve conter 1000 cm^3 , 1,52 moles de substância; em 318 cm^3 deverá conter X moles, o que se calcula imediatamente por proporção:

Sol 1,52 molar – 1000 cm^3 – 1,52 moles de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Sol 1,52 molar – 318 cm^3 – $x = \frac{318 \cdot 1,52}{1000} = 0,483$ moles

A massa de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ é, portanto,
 $0,483 \cdot 249,5 = 120,5$ gramas, pois 1 mol de
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 249,5 \text{ g}$.

- 04) Que volume de solução 0,1 molar se pode obter dissolvendo 5,5 gramas de ferrocianeto de potássio em água destilada? Massas atômicas: **Fe = 56; C = 12; N = 14; K = 39**.

Solução:

Para que a solução obtida seja 0,1 molar, 1000 cm^3 da mesma deverão conter 0,1 moles de $\text{Fe}(\text{CN})_6 \text{K}_4$, isto é, $0,1 \cdot 368 = 36,8 \text{ g}$. Com 5,5 g de sal conseguir-se-á a do problema anterior, tem-se:

Sol 1 molar – 1000 – 1 mol

Sol 0,1 molar – 1000 – 0,1 mol = 36,8 g

Sol 0,1 molar – v – 5,5 g

$$\therefore v = \frac{5,5 \cdot 1000}{36,8} = 149,45 \text{ cm}^3$$

- 05) Calcular os equivalentes-gramas das substâncias seguintes, utilizando a tabela de pesos atômicos:

a) ácido oxálico, $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, destinado a reações de neutralização;

b) ácido tartárico, $\text{COOH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$;

c) ácidos derivados do fósforo,

H_3PO_4 , HPO_3 , $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, H_3PO_3 , HPO_2 , $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_5$;

- d) dos seguintes ácidos derivados do enxofre,
 H_2S ; H_2SO_4 ; $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$; $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$;
- e) alúmen de cromo,
 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, em relação ao cromo;
- f) bicromato de potássio, destinado a reações de dupla troca;
- g) sulfato crômico, destinado a reações de dupla troca;
- h) tetraborato de sódio, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;
- i) fosfato biácido de sódio, H_2NaPO_4 , em relação ao hidrogênio, em relação ao sódio e em relação ao ânion PO_4^{-3} ;
- j) ferricianeto de potássio, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]\text{K}_3$;
- k) fosfato monoácido de cálcio, CaHPO_4 , em relação ao cálcio, em relação ao hidrogênio e em relação ao PO_4^{-3} ;
- l) fosfato tricálcico, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$;
- m) hidróxido de alumínio, $\text{Al}(\text{OH})_3$;
- n) hidróxido de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$;
- o) cloroplatinato de amônio, $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$.

Solução

- a) ácido oxálico:

$$\text{mol} = 126 \text{ g}; \quad \text{basicidade} = 2; \quad \text{por tanto } E = \frac{126}{2} = 63 \text{ g}.$$

- b) ácido tartárico:

$$\text{mol} = 118 \text{ g}; \quad \text{basicidade} = 2; \quad \text{por tanto } E = \frac{118}{2} = 59 \text{ g}.$$

c) H_3PO_4 : mol = 118 g; basicidade = 2; $\therefore E = \frac{118}{2} = 59 \text{ g}$;

HPO_3 : mol = 80 g; basicidade = 1; $\therefore E = \frac{80}{1} = 80 \text{ g}$;

$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$: mol = 178 g; basicidade = 4; $\therefore E = \frac{178}{4} = 44,5 \text{ g}$;

H_3PO_3 : $E = \frac{82}{3} = 27,33 \text{ g}$;

HPO_2 : $E = \frac{64}{1} = 64 \text{ g}$;

$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_5$: $E = \frac{146}{4} = 36,5 \text{ g}$.

d) 17 g; 49 g; 89 g; 57 g.

e) $E_{\text{Cr}^{+3}} = \frac{998}{6} = 186,33$.

f) $\frac{294}{2} = 147 \text{ g}$.

g) $\frac{392}{6} = 65,33 \text{ g}$.

h) $\frac{382}{2} = 191 \text{ g}$.

i) $E_{\text{H}^+} = \frac{120}{2}$; $E_{\text{Na}^+} = \frac{120}{1}$; $E_{\text{PO}_4^{3-}} = \frac{120}{3}$.

j) $\frac{329}{3} = 109,66 \text{ g}$.

k) $E_{\text{Ca}^{+2}} = \frac{136}{2} = 68 \text{ g}$; $E_{\text{H}^+} = 136 \text{ g}$; $E_{\text{PO}_4^{3-}} = \frac{136}{3} = 45,33 \text{ g}$.

l) $\frac{310}{6} = 51,66 \text{ g}$.

m) $\frac{78}{3} = 26 \text{ g}$.

n) $\frac{74}{2} = 37 \text{ g}$.

o) $\frac{444}{2} = 222 \text{ g}$.

06) Quantos equivalentes-gramas há em: a) 180 g de H_2SO_4 ;
b) 71 g de HCl ; c) 16 g de NaOH ; d) 33 g de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;
e) 35 g de HNO_3 ; f) 10 g de Na_3PO_4 ; g) 15 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$?
Nenhuma destas substâncias destina-se a reações de óxido-redução.

Solução:

a) $E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{98}{2} = 49 \text{ g}$; em 180 g desse ácido há, portanto,
 $\frac{180}{49} = 3,67 \text{ E}.$

b) $E_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g}$; em 71 g desse ácido existem, $\frac{71}{36,5} = 1,94 \text{ E}$ de HCl.

c) $E_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g}$; 16 g de soda encerram, $\frac{16}{40} = 0,4 \text{ E}.$

d) $E_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{400}{6} = 66,66 \text{ g}$; em 33 g desse sal existem,
 $\frac{33}{66,66} = 0,495 \text{ E}.$

e) $E_{\text{HNO}_3} = 63 \text{ g}$; portanto o número de E_{HNO_3} em 35 g desse ácido é
igual a $\frac{35}{63} = 0,555.$

f) $E_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = \frac{164}{3} = 54,66 \text{ g}$; número de E em 10 g desse sal
 $= \frac{10}{54,66} = 0,183 \text{ E}.$

g) $E_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{342}{6} = 57 \text{ g}$; em 15 g de sulfato de alumínio há,
 $\frac{15}{57} = 0,263 \text{ E}.$

07) Dissolvem-se 35,6 g de ácido clorídrico em água destilada de maneira a serem obtidos sucessivamente 50, 100, 150, 200 e 250 cm³ de solução. Calcular a normalidade de cada uma das soluções obtidas.

Solução:

Usando a disposição de cálculo indicada no problema 04 e lembrando que a primeira solução encerra:

$$\frac{35,6}{36,5} = 0,975 \text{ E em } 50 \text{ cm}^3, \text{ ou seja,}$$

$$0,975 \cdot \frac{1000}{50} = 19,5 \text{ E}/1000 \text{ cm}^3, \text{ resulta:}$$

$$\text{Sol n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 1 \text{ E}$$

$$\text{Sol x} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 19,5 \text{ E}$$

portanto, a primeira solução é 19,5 n;

A segunda solução, encerrando $0,975 \cdot \frac{1000}{100} = 9,75 \text{ E em } 1000 \text{ cm}^3$, será, portanto, 9,75 n.

Analogamente, a terceira solução será $0,975 \cdot \frac{1000}{150} = 6,5 \text{ n}$.

A quarta solução, 4,875 n e, finalmente a última solução será 3,9 n.

- 08) Que quantidade de carbonato de sódio deve ser dissolvida em 240 cm^3 de água destilada a fim de que a solução obtida seja 0,1 n? Desprezar o volume do sal comparado com o volume de solvente utilizado.

Solução:

$$E_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{106}{2} = 53 \text{ g,}$$

portanto:

$$\text{Sol n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 53 \text{ g}$$

$$\text{Sol } 0,1 \text{ n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 5,3 \text{ g}$$

$$\text{Sol } 0,1 \text{ n} \quad - \quad 240 \quad - \quad \frac{5,3 \cdot 240}{1000} = 1,272 \text{ g de } \text{Na}_2\text{CO}_3.$$

- 09) Que quantidade de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ deve-se dissolver em 320 cm^3 de água destilada para se obter solução 0,23 n de sulfato de alumínio? Desprezar o volume do sal comparado com o do solvente.

Solução:

$$E = \frac{522}{6} = 87 \text{ g,}$$

Sol n – 1000 – 87 g de sulfato de alumínio

Sol 0,23 n – 1000 – 0,23 . 87 = 20,01 g

Sol 0,23 n – 320 – $\frac{20,01 \cdot 320}{1000} = 6,4032 \text{ g.}$

- 10) Calcular o volume de ácido nítrico concentrado necessário para preparar 100 cm³ de solução normal para reações de neutralização, sabendo que a densidade do ácido concentrado é igual a 1,455 e que seu título é 78,6%.

Solução:

- a) Cálculo da massa HNO₃ necessária para a preparação de 100 cm³ de solução normal:

$$\text{Sol n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 1 \text{ E} = \frac{63}{1}$$

$$\text{Sol n} \quad - \quad 100 \quad - \quad 6,3 \text{ g.}$$

- b) Cálculo da concentração do ácido concentrado:

$$\delta = 1,455/\text{cm}^3$$

$$\xi = 0,786$$

Sendo $\delta \cdot \xi = c$, resulta para a concentração do ácido utilizado:

$$c = 1,455 \cdot 0,786 = 1,143 \text{ g/cm}^3$$

- c) Cálculo do volume de ácido concentrado necessário: 1 cm³ de ácido concentrado encerra 1,1436 g de HNO₃ e, portanto, um volume v encerrará as 6,3 g necessárias para preparar a solução desejada:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ cm}^3 \quad - \quad 1,1436 \\ v \quad - \quad 6,3 \end{array} \right\} \therefore v = \frac{6,3}{1,1436} = 5,5 \text{ cm}^3$$

- 11) Com 20 cm^3 de ácido sulfúrico de densidade $1,8405$, contendo $95,95\%$ de H_2SO_4 em peso, preparam-se 250 cm^3 de solução diluída. Qual a normalidade da solução obtida?

Solução:

- a) Cálculo da concentração do ácido concentrado, em g/cm^3 :

$$\delta \cdot \xi = c$$

$$\left. \begin{array}{l} \delta = 1,8405 \\ \xi = 0,9595 \end{array} \right\} \therefore c = 1,8405 \cdot 0,9595 = 1,7659 \text{ g/cm}^3$$

- b) Massa de H_2SO_4 existente nos 20 cm^3 de ácido concentrado:

Se 1 cm^3 de ácido concentrado encerra $1,7659$ de H_2SO_4 , os 20 cm^3 encerrarão $1,7659 \cdot 20 = 35,318 \text{ g}$.

- c) Cálculo normalidade da solução:

$$\text{Sol n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 1 \text{ E} = \frac{98}{2} = 49 \text{ g}$$

$$\text{Sol n} \quad - \quad 250 \quad - \quad \frac{49}{4} = 12,25 \text{ g}$$

$$\text{Sol x} \quad - \quad 250 \quad - \quad 35,318 \text{ g}$$

$$\therefore x = \frac{35,318}{12,25} = 2,88 \text{ n}$$

- 12) Calcular a normalidade de uma solução de soda cáustica preparada com 50 cm^3 de uma solução de densidade $1,530$, contendo $50,1\%$ de NaOH em peso, diluídos a 500 cm^3 .

Solução:

- a) Cálculo da concentração da solução inicial: sendo $\delta = 1,53$ e $\xi = 0,501$, resulta:

$$c = 1,53 \cdot 0,501 = 0,7665 \text{ g/cm}^3$$

- b) Em 50 cm^3 dessa solução há $0,7665 \cdot 50 = 38,325 \text{ g}$.

c) Cálculo da normalidade:

Diluindo os 50 cm^3 de solução concentrada a 500 cm^3 resulta uma solução diluída contendo $38,325 \text{ g}$ de soda no volume total de 500 cm^3 . A normalidade será x .

$$\text{Sol n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 1 \text{ E} = \frac{40}{1} \text{ g}$$

$$\text{Sol n} \quad - \quad 500 \quad - \quad 20 \text{ g}$$

$$\text{Sol n} \quad - \quad x \quad - \quad 38,325 \text{ g}$$

$$\therefore x = \frac{38,325}{20} = 1,916 \text{ n}$$

- 13) Tem-se uma solução $0,4 \text{ n}$ de um ácido que se deseja transformar em solução $0,5 \text{ n}$ pela mistura com uma solução 2 n do mesmo ácido. Calcular o volume de solução 2 n que se deve empregar para obter 200 cm^3 de solução $0,5 \text{ n}$.

Solução:

O volume v de solução 2 n que se deve acrescentar à solução inicial é tal que o número de equivalentes-gramas acrescentados, mais o número de equivalentes-gramas já existentes na solução $0,4 \text{ n}$, seja igual ao número de equivalentes-gramas que se deve ter nos 200 cm^3 da solução final. Calculem-se separadamente cada um destes números.

a) Em 200 cm^3 de sol $0,5 \text{ n}$:

$$\text{Sol } 0,5 \text{ n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 0,5 \text{ E}$$

$$\text{Sol } 0,5 \text{ n} \quad - \quad 200 \quad - \quad 0,1 \text{ E} = a$$

b) Número de equivalentes-gramas acrescentados com os $v \text{ cm}^3$ de solução 2 n :

$$\text{Sol } 2 \text{ n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 2 \text{ E}$$

$$\text{Sol } 2 \text{ n} \quad - \quad v \quad - \quad \frac{2 \cdot \text{E} \cdot v}{1000} = b$$

c) Número de equivalentes-gramas existentes em $(200 - v) \text{ cm}^3$ de solução inicial:

$$\text{Sol } 0,4 \text{ n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 0,4 \text{ E}$$

$$\text{Sol } 0,4 \text{ n} \quad - \quad 200 - v \quad - \quad \frac{0,4 \text{ E}}{1000} (200 - v) = c$$

Devendo ser $a = b + c$, resulta:

$$\frac{0,4 (200 - v) \text{ E}}{1000} + \frac{2Ev}{1000} = 0,1 \text{ E},$$

ou

$$80 - 0,4v + 2v = 100$$

$$\therefore v = 12,5 \text{ cm}^3.$$

14) A 500 cm^3 de solução $0,25 \text{ n}$ de um sal adiciona-se certo volume de solução 2 n do mesmo sal e sua normalidade torna-se $1,5 \text{ n}$. Calcular o volume da solução resultante.

Solução:

O volume final será $500 + v$, onde v é o volume de solução 2 n acrescentado aos 500 cm^3 de solução inicial. Procedendo como anteriormente, resulta:

a) Número de E nos 500 cm^3 iniciais:

$$\text{Sol } 0,25 \text{ n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 0,25 \text{ E}$$

$$\text{Sol } 0,25 \text{ n} \quad - \quad 500 \quad - \quad \frac{0,25}{2} \text{ E} = a$$

b) Número E acrescentados:

$$\text{Sol } 2 \text{ n} \quad - \quad 1000 \quad - \quad 2 \text{ E}$$

$$\text{Sol } 2 \text{ n} \quad - \quad v \quad - \quad \frac{2Ev}{1000} = b$$

c) Número E na solução final:

$$\begin{aligned} \text{Sol } 1,5 \text{ n} & - 1000 & - & 1,5 E \\ \text{Sol } 1,5 \text{ n} & - 500 + v & - & \frac{1,5(500 + v) E}{1000} = c \end{aligned}$$

Devendo ser $a + b = c$, resulta:

$$\begin{aligned} \frac{0,25}{2} E + \frac{2v}{1000} E &= \frac{500 + v}{1000} 1,5 E \\ \therefore v &= 1250 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

O volume da solução resultante será portanto:

$$1250 + 500 = 1750 \text{ cm}^3$$

- 15) Duzentos e cinquenta centímetros cúbicos de uma solução 0,82 n de ácido clorídrico são diluídos a 1300 cm^3 . Calcular a normalidade da solução diluída resultante.

Solução:

De acordo com a fórmula da diluição deve-se ter:

$$vN = v'N',$$

onde $v = 250 \text{ cm}^3$, $N = 0,82 \text{ n}$, $v' = 1300 \text{ cm}^3$ e N' é desconhecido. Substituindo resulta:

$$N' = N \frac{v}{v'} = 0,82 \cdot \frac{250}{1300} = 0,157 \text{ n}$$

- 16) Como deve ser diluída uma solução 2,3 molar de cloreto de magnésio a fim de se obter uma solução 0,1 n deste sal?

Solução:

a) Cálculo da normalidade da solução inicial:

A solução de cloreto de magnésio, sendo 2,3 molar, encerra 2,3 moles/litro. Mas o equivalente-grama do cloreto de magnésio é:

$$E_{\text{MgCl}_2} = \frac{\text{mol}}{2}$$

Nestas condições, a solução inicial encerra 2,3 . 2 E/litro , sendo portanto 4,6 n .

$$\text{b) } vN = v'N' \quad \therefore \quad v' = v \frac{N}{N'}$$

onde:

v' = volume final

v = volume inicial

N = normalidade inicial = 4,6 n

N' = normalidade final = 0,1 n

Substituindo os valores acima, resulta:

$$v' = v \frac{4,6}{0,1} = 46 v$$

Isto é, o volume final deve ser 46 vezes maior que o inicial. Cada centímetro cúbico da solução 2,3 molar fornecerá, portanto, 46 cm³ de solução 0,1 n após diluição.