

# Gabarito: Estequiometria

Renan Romariz e Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química

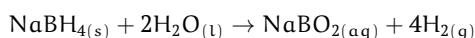


## Problemas

### PROBLEMA 1. A

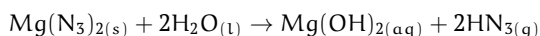
3B01

Para balancear reações na tentativa, fixe o coeficiente do composto que engloba o maior número de elementos distintos, assim os outros coeficientes sairão naturalmente. 1: Fixe 1 mol de  $\text{NaBH}_4(\text{s})$  e complete o resto



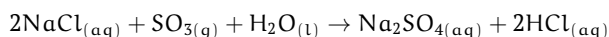
$$\text{Soma} = 1 + 2 + 1 + 4 = 8$$

2: Fixe 1 mol de  $\text{Mg}(\text{N}_3)_2(\text{s})$  e complete o resto



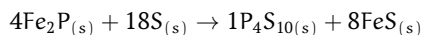
$$\text{Soma} = 1 + 2 + 1 + 2 = 6$$

3: Fixe 1 mol de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e complete o resto



$$\text{Soma} = 2 + 1 + 1 + 1 + 2 = 7$$

4: Fixe 1 mol de  $\text{P}_4\text{S}_{10}$  e complete o resto



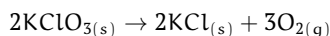
$$\text{Soma} = 4 + 18 + 1 + 8 = 31$$

### PROBLEMA 2. D

3B02

Para balancear reações na tentativa, fixe o coeficiente do composto que engloba o maior número de elementos distintos, assim os outros coeficientes sairão naturalmente.

1: Fixe 1 mol de  $\text{KClO}_3$  e complete o resto, depois multiplique por 2 para ter coeficientes inteiros



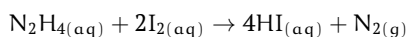
$$\text{Soma} = 2 + 2 + 3 = 7$$

2: Fixe 1 mol de  $\text{KClO}_3$  e complete o resto, depois multiplique por 4 para ter coeficientes inteiros



$$\text{Soma} = 4 + 1 + 3 = 8$$

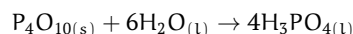
3: Fixe 1 mol de  $\text{N}_2\text{H}_4$  e complete o resto



\*Contato: gabriel.braungpensi.com.br, (21) 99848-4949

$$\text{Soma} = 1 + 2 + 4 + 1 = 8$$

4: Fixe 1 mol de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e complete o resto, depois multiplique por 4 para ter coeficientes inteiros

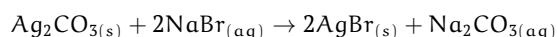


$$\text{Soma} = 1 + 6 + 4 = 11$$

### PROBLEMA 3. C

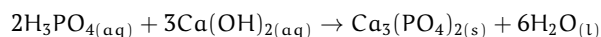
3B03

Para balancear reações na tentativa, fixe o coeficiente do composto que engloba o maior número de elementos distintos, assim os outros coeficientes sairão naturalmente. 1: Fixe 1 mol de  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  e complete o resto



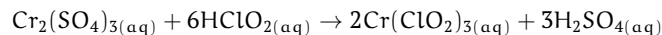
$$\text{Soma} = 1 + 2 + 2 + 1 = 6$$

2: Fixe 1 mol de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  e complete o resto



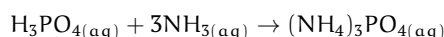
$$\text{Soma} = 2 + 3 + 1 + 6 = 12$$

3: Fixe 1 mol de  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  e complete o resto



$$\text{Soma} = 1 + 6 + 2 + 3 = 12$$

4: Fixe 1 mol de  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  e complete o resto

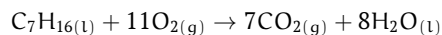


$$\text{Soma} = 1 + 3 + 1 = 5$$

### PROBLEMA 4. C

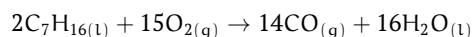
3B04

1: Fixe 1 mol de heptano e complete o resto



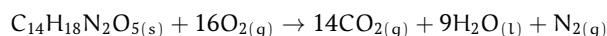
$$\text{Soma} = 1 + 11 + 7 + 8 = 27$$

2: Fixe 1 mol de heptano e complete o resto, depois multiplique por 2 para ter coeficientes inteiros



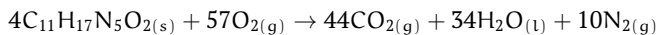
$$\text{Soma} = 2 + 15 + 14 + 16 = 47$$

3: Fixe 1 mol de aspartame e complete o resto



$$\text{Soma} = 1 + 16 + 14 + 9 + 1 = 41$$

4: Fixe 1 mol de dimetazano e complete o resto, depois multiplique por 4 para ter coeficientes inteiros



$$\text{Soma} = 4 + 57 + 44 + 34 + 10 = 149$$

#### PROBLEMA 5. A

3B05

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{H}_2}}{3} = \frac{n_{\text{NH}_3}}{2}$$

$$\frac{2}{3} \cdot 2 = n_{\text{NH}_3}$$

$$n_{\text{NH}_3} = 1,3 \text{ mol}$$

#### PROBLEMA 6. D

3B06

Pela estequiometria:

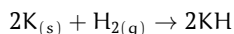
$$\frac{n_{\text{Fe}}}{2} = \frac{n_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{1}$$

$$n_{\text{Fe}} = 2 \cdot 25 = 50 \text{ mols}$$

#### PROBLEMA 7. B

3B07

A reação é a seguinte:



Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{K}}}{2} = \frac{n_{\text{H}_2}}{1}$$

Cálculo do número de mols de gás hidrogênio:

$$n_{\text{H}_2} = \frac{m}{M} = \frac{0,45 \text{ g}}{2 \text{ g mol}^{-1}} = 0,225 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols de potássio:

$$n_{\text{K}} = 2 \cdot 0,225 = 0,45 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de potássio:

$$m = n \cdot M = (0,45 \text{ mol}) \cdot 39 \text{ g mol}^{-1} = 17,55 \text{ g}$$

#### PROBLEMA 8. B

3B08

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{CO}_2}}{2} = \frac{n_{\text{CaSiO}_3}}{1}$$

Cálculo da massa molar de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ):

$$M = M_{\text{C}} + 2 \cdot M_{\text{O}}$$

$$M = 12 + 2 \cdot 16$$

$$M = 44 \text{ g mol}^{-1}$$

Cálculo do número de mols de dióxido de carbono:

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m}{M} = \frac{300 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 6,82 \text{ mols}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{CaSiO}_3$ :

$$n_{\text{CaSiO}_3} = \frac{6,82}{2} = 3,41 \text{ mols}$$

Cálculo da massa molar de  $\text{CaSiO}_3$ :

$$M = M_{\text{Ca}} + M_{\text{Si}} + 3 \cdot M_{\text{O}}$$

$$M = 40 + 28 + 3 \cdot 16$$

$$M = 116 \text{ g mol}^{-1}$$

Cálculo da massa de  $\text{CaSiO}_3$ :

$$m = n \cdot M$$

$$m = (3,41 \text{ mol}) \cdot 116 \text{ g mol}^{-1} = 395,56 \text{ g}$$

#### PROBLEMA 9. B

3B09

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{Li}_3\text{N}}}{1} = \frac{n_{\text{LiH}}}{2}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{Li}_3\text{N}$ :

$$n_{\text{Li}_3\text{N}} = \frac{0,65}{2} = 0,325 \text{ mols}$$

Cálculo da massa molar de  $\text{Li}_3\text{N}$ :

$$M = 3 \cdot M_{\text{Li}} + M_{\text{N}}$$

$$M = 3 \cdot 7 + 14$$

$$M = 35 \text{ g mol}^{-1}$$

Cálculo da massa de  $\text{Li}_3\text{N}$ :

$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,325 \text{ g}) \cdot 35 \text{ g mol}^{-1} = 11,375 \text{ g}$$

#### PROBLEMA 10. C

3B10

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{CuO}}}{4} = \frac{n_{\text{Prod}}}{1}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{CuO}$ :

$$n_{\text{CuO}} = 0,24 \cdot 4 = 0,96 \text{ mols}$$

Cálculo da massa molar de  $\text{CuO}$ :

$$M = M_{\text{Cu}} + M_{\text{O}}$$

$$M = 63,5 + 16$$

$$M = 79,5 \text{ g mol}^{-1}$$

Cálculo da massa de  $\text{CuO}$ :

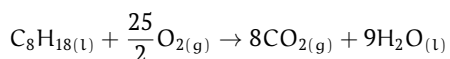
$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,96 \text{ mol}) \cdot 79,5 \text{ g mol}^{-1} = 76,32 \text{ g}$$

**PROBLEMA 11. D**

3B11

A reação de combustão é a seguinte:



Cálculo da massa de gasolina:

$$m = V \cdot \rho = (3,8 \text{ L}) \cdot 0,8 \text{ kg L}^{-1} = 3,04 \text{ kg}$$

Cálculo da massa molar de octano(gasolina)  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ :

$$M = 8 \cdot M_C + 18 \cdot M_H$$

$$M = 8 \cdot 12 + 18 \cdot 1$$

$$M = 114 \text{ g mol}^{-1}$$

Cálculo do número de mols de gasolina:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3,04 \text{ kg}}{114 \text{ g mol}^{-1}} = 0,027 \text{ kmol}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{C}_8\text{H}_{18}}}{1} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{9}$$

Cálculo do número de mols de água:

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 9 \cdot 0,027 = 0,243 \text{ kmol}$$

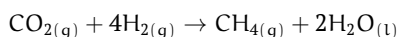
Cálculo da massa de água:

$$m = n \cdot M = (0,243 \text{ kmol}) \cdot 18 \text{ g mol}^{-1} = 4,374 \text{ kg}$$

**PROBLEMA 12. C**

3B12

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo da massa de  $\text{H}_2$ :

$$m = V \cdot \rho = (2000 \text{ mL}) \cdot 0,07 \text{ g mL}^{-1} = 140 \text{ g}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{H}_2$ :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{140 \text{ g}}{2 \text{ g mol}^{-1}} = 70 \text{ mols}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{H}_2}}{4} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{2}$$

Cálculo do número de mols de água:

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{2} \cdot 70 = 35 \text{ mols}$$

Cálculo da massa de água:

$$m = n \cdot M$$

$$m = (35 \text{ mol}) \cdot 18 \text{ g mol}^{-1} = 630 \text{ g}$$

**PROBLEMA 13. E**

3B13

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{Al}}}{2} = \frac{n_{\text{Al}_2\text{O}_3}}{1}$$

Cálculo do número de mols de alumínio:

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

$$n_{\text{Al}} = \frac{3,5 \text{ ton}}{27 \text{ g mol}^{-1}} = 0,13 \text{ ton mol g}^{-1}$$

Cálculo do número de mols de Alumina:

$$n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{0,13}{2} = 0,065 \text{ ton mol g}^{-1}$$

Cálculo da massa molar de Alumina  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :

$$M = 2 \cdot M_{\text{Al}} + 3 \cdot M_{\text{O}}$$

$$M = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16$$

$$M = 102 \text{ g mol}^{-1}$$

Cálculo da massa de Alumina:

$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,065 \text{ ton mol g}^{-1}) \cdot 102 \text{ g mol}^{-1} = 6,63 \text{ ton}$$

**PROBLEMA 14. D**

3B14

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{B}_2\text{H}_6}}{1} = \frac{n_{\text{O}_2}}{3}$$

Cálculo da massa molar de diborano( $\text{B}_2\text{H}_6$ ):

$$M = 2 \cdot M_{\text{B}} + 6 \cdot M_{\text{H}}$$

$$M = 2 \cdot 11 + 6 \cdot 1$$

$$M = 28 \text{ g mol}^{-1}$$

Cálculo do número de mols de diborano:

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

$$n_{\text{B}_2\text{H}_6} = \frac{257 \text{ g}}{28 \text{ g mol}^{-1}} = 9,2 \text{ mols}$$

Cálculo do número de mols de Oxigênio:

$$n_{\text{O}_2} = 9,2 \cdot 3 = 27,6 \text{ mols}$$

Cálculo da massa de Oxigênio:

$$m = n \cdot M$$

$$m = (27,6 \text{ mol}) \cdot 32 \text{ g mol}^{-1} = 883,2 \text{ g}$$

**PROBLEMA 15. E**

3B15

Cálculo da massa molar de  $\text{KNO}_3$  :

$$M = M_K + M_N + 3 \cdot M_O$$

$$M = 39 + 14 + 3 \cdot 16$$

$$M = 101 \text{ g mol}^{-1}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{KNO}_3$  :

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

$$n_{\text{KNO}_3} = \frac{24 \text{ g}}{101 \text{ g mol}^{-1}} = 0,24 \text{ mol}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{KNO}_3}}{1} = \frac{n_{\text{KNO}_2}}{1}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{KNO}_2$  teórico:

$$n_{\text{KNO}_2} = 0,24 \text{ mol}$$

Cálculo da massa molar de  $\text{KNO}_2$  :

$$M = M_K + M_N + 2 \cdot M_O$$

$$M = 39 + 14 + 2 \cdot 16$$

$$M = 85 \text{ g mol}^{-1}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{KNO}_2$  real:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{14 \text{ g}}{85 \text{ g mol}^{-1}} = 0,165 \text{ mol}$$

Cálculo do rendimento:

$$\eta = \frac{0,165}{0,24} = 0,6875 = 68,75\%$$

**PROBLEMA 16. E**

3B16

Cálculo da massa molar do óxido de ferro (III) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ):

$$M = 2 \cdot M_{\text{Fe}} + 3 \cdot M_O$$

$$M = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16$$

$$M = 160 \text{ g mol}^{-1}$$

Cálculo do número de mols de óxido de ferro(III) :

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

$$n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{15 \text{ kg}}{160 \text{ g mol}^{-1}} = 0,09375 \text{ kmol}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{1} = \frac{n_{\text{Fe}}}{2}$$

Cálculo do número de mols de Fe teórico:

$$n_{\text{Fe}} = 0,09375 \cdot 2 = 0,1875 \text{ kmol}$$

Cálculo do número de mols de Fe real:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8,8 \text{ kg}}{56 \text{ g mol}^{-1}} = 0,157 \text{ kmol}$$

Cálculo do rendimento:

$$\eta = \frac{0,157}{0,1875} = 0,84 = 84\%$$

**PROBLEMA 17. A**

3B17

Cálculo do número de mols de amônia :

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

$$n_{\text{NH}_3} = \frac{35 \text{ g}}{17 \text{ g mol}^{-1}} = 2,06 \text{ mol}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{NH}_3}}{2} = \frac{n_{\text{N}_2\text{H}_4}}{1}$$

Cálculo do número de mols de hidrazina teórico:

$$n_{\text{N}_2\text{H}_4} = \frac{2,06}{2} = 1,03 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols de hidrazina real:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{25 \text{ g}}{32 \text{ g mol}^{-1}} = 0,78125 \text{ mol}$$

Cálculo do rendimento:

$$\eta = \frac{0,78125}{1,03} = 0,76 = 76\%$$

**PROBLEMA 18. A**

3B18

Cálculo do número de mols de  $\text{V}_2\text{O}_5$  :

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

$$n_{\text{V}_2\text{O}_5} = \frac{150 \text{ kg}}{182 \text{ g mol}^{-1}} = 0,82 \text{ kmol}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{V}_2\text{O}_5}}{1} = \frac{n_{\text{V}}}{2}$$

Cálculo do número de mols de vanádio teórico:

$$n_{\text{V}} = 0,82 \cdot 2 = 1,64 \text{ kmol}$$

Cálculo do número de mols de vanádio real:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{37 \text{ kg}}{51 \text{ g mol}^{-1}} = 0,725 \text{ kmol}$$

Cálculo do rendimento:

$$\eta = \frac{0,725}{1,64} = 0,44 = 44\%$$

**PROBLEMA 19. C**

3B19

Cálculo do número de mols de  $\text{CaCO}_3$  :

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

$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{43 \text{ g}}{100 \text{ g mol}^{-1}} = 0,43 \text{ mol}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{CaCO}_3}}{1} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{1}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{CO}_2$  teórico:

$$n_{\text{CO}_2} = 0,43 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{CO}_2$  real:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{17 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,386 \text{ mol}$$

Cálculo do rendimento:

$$\eta = \frac{0,386}{0,43} = 0,90 = 90\%$$

**PROBLEMA 20. A**

3B20

Cálculo do número de mols de  $P_4$  :

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

$$n_{P_4} = \frac{50 \text{ g}}{124 \text{ g mol}^{-1}} = 0,4 \text{ mol}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{P_4}}{1} = \frac{n_{PCl_3}}{4}$$

Cálculo do número de mols de  $PCl_3$  teórico:

$$n_{PCl_3} = 0,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols de  $PCl_3$  real:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{180 \text{ g}}{137,5 \text{ g mol}^{-1}} = 1,31 \text{ mol}$$

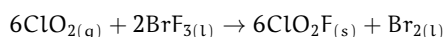
Cálculo do rendimento:

$$\eta = \frac{1,31}{1,6} = 0,82 = 82\%$$

**PROBLEMA 21. D**

3B21

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols reacional (número de mols dividido pelo coeficiente estequiométrico):

$$N_{\text{ClO}_2} = \frac{n_{\text{ClO}_2}}{6} = \frac{12}{6} = 2$$

$$N_{\text{BrF}_3} = \frac{n_{\text{BrF}_3}}{2} = \frac{5}{2} = 2,5$$

Como  $N_{\text{BrF}_3} > N_{\text{ClO}_2}$ ,  $\text{ClO}_2$  será o limitante. Pela estequiometria:

$$N_{\text{ClO}_2} = \frac{n_{\text{ClO}_2F}}{6}$$

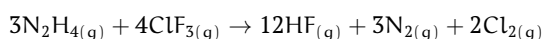
Cálculo do número de mols de  $\text{ClO}_2F$  :

$$n_{\text{ClO}_2F} = 2 \cdot 6 = 12 \text{ mols}$$

**PROBLEMA 22. E**

3B22

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols reacional (número de mols dividido pelo coeficiente estequiométrico):

$$N_{\text{ClF}_3} = \frac{n_{\text{ClF}_3}}{4} = \frac{12}{4} = 3$$

$$N_{\text{N}_2\text{H}_4} = \frac{n_{\text{N}_2\text{H}_4}}{3} = \frac{12}{3} = 4$$

Como  $N_{\text{N}_2\text{H}_4} > N_{\text{ClF}_3}$ ,  $\text{ClF}_3$  será o limitante. Cálculo do número de mols reacional em excesso:

$$\Delta N = 4 - 3 = 1$$

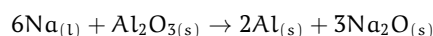
Cálculo do número de mols de  $\text{N}_2\text{H}_4$  :

$$n_{\text{N}_2\text{H}_4} = N \cdot 3 = 1 \cdot 3 = 3 \text{ mols}$$

**PROBLEMA 23. C**

3B23

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols reacional (número de mols dividido pelo coeficiente estequiométrico):

$$N_{\text{Na}} = \frac{n_{\text{Na}}}{6} = \frac{\frac{5,5 \text{ g}}{23 \text{ g mol}^{-1}}}{6} = 0,04$$

$$N_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{n_{\text{Al}_2\text{O}_3}}{1} = \frac{\frac{5,1 \text{ g}}{102 \text{ g mol}^{-1}}}{1} = 0,05$$

Como  $N_{\text{Al}_2\text{O}_3} > N_{\text{Na}}$ , Na será o limitante. Pela estequiometria:

$$N_{\text{Na}} = \frac{n_{\text{Al}}}{2}$$

Cálculo do número de mols de Al :

$$n_{\text{Al}} = 0,04 \cdot 2 = 0,08 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de alumínio:

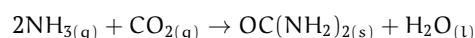
$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,08 \text{ mol}) \cdot 27 \text{ g mol}^{-1} = 2,16 \text{ g}$$

**PROBLEMA 24. E**

3B24

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols reacional:

$$N_{\text{NH}_3} = \frac{n_{\text{NH}_3}}{2} = \frac{\frac{14 \text{ kg}}{17 \text{ g mol}^{-1}}}{2} = 0,4 \text{ k}$$

$$N_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{1} = \frac{\frac{22 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}}}{1} = 0,5 \text{ k}$$

Como  $N_{\text{CO}_2} > N_{\text{NH}_3}$ ,  $\text{NH}_3$  será o limitante. Cálculo do número de mols reacional em excesso:

$$\Delta N = 0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ k}$$

Cálculo do número de mols de em excesso:

$$n_{\text{CO}_2} = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ kmol}$$

Cálculo da massa de reagente em excesso:

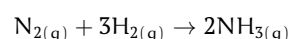
$$m = n \cdot M$$

$$m = 0,1 \cdot 44 = 4,4 \text{ kg}$$

**PROBLEMA 25. D**

3B25

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols reacional:

$$N_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{1} = \frac{\frac{800 \text{ kg}}{28 \text{ g mol}^{-1}}}{1} = 28,6 \text{ k}$$

$$N_{H_2} = \frac{n_{H_2}}{3} = \frac{\frac{100 \text{ kg}}{2 \text{ g mol}^{-1}}}{3} = 16,7 \text{ k}$$

Como  $N_{H_2} < N_{N_2}$ ,  $H_2$  é limitante. Cálculo do número de mols teórico de amônia:

$$\frac{n_{NH_3}}{2} = N_{H_2}$$

$$n_{NH_3} = 2 \cdot 16,7 = 33,4 \text{ kmol}$$

Cálculo do número de mols real de amônia:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{400 \text{ kg}}{17 \text{ g mol}^{-1}} = 23,5 \text{ kmol}$$

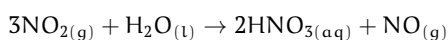
Cálculo do rendimento:

$$\eta = \frac{23,5}{33,4} = 0,7 = 70\%$$

#### PROBLEMA 26. D

3B26

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols reacional:

$$N_{NO_2} = \frac{n_{NO_2}}{3} = \frac{\frac{28 \text{ g}}{46 \text{ g mol}^{-1}}}{3} = 0,2$$

$$N_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{1} = \frac{\frac{18}{18}}{1} = 1$$

Como  $N_{NO_2} < N_{H_2O}$ ,  $NO_2$  é limitante. Cálculo do número de mols teórico de ácido nítrico:

$$\frac{n_{HNO_3}}{2} = N_{NO_2}$$

$$n_{HNO_3} = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols real de ácido nítrico:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{22 \text{ g}}{63 \text{ g mol}^{-1}} = 0,35 \text{ mol}$$

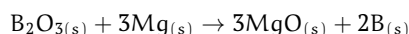
Cálculo do rendimento:

$$\eta = \frac{0,35}{0,4} = 0,875 = 87,5\%$$

#### PROBLEMA 27. B

3B27

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols reacional:

$$N_{B_2O_3} = \frac{n_{B_2O_3}}{1} = \frac{\frac{125 \text{ kg}}{70 \text{ g mol}^{-1}}}{1} = 1,8 \text{ k}$$

$$N_{Mg} = \frac{n_{Mg}}{3} = \frac{\frac{125 \text{ kg}}{24 \text{ g mol}^{-1}}}{3} = 1,74 \text{ k}$$

Como  $N_{B_2O_3} > N_{Mg}$ ,  $Mg$  será o limitante Pela estequiometria:

$$N_{Mg} = \frac{n_B}{2}$$

Cálculo do número de mols teórico de B :

$$n_B = 1,74 \cdot 2 = 3,48 \text{ kmol}$$

Cálculo do número de mols real de B :

$$n_{\text{real}} = n_B \cdot \eta = 3,48 \cdot 0,9 = 3,132 \text{ kmol}$$

Cálculo da massa de Boro:

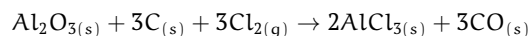
$$m = n \cdot M$$

$$m = (3,132 \text{ kmol}) \cdot 11 \text{ g mol}^{-1} = 34,452 \text{ kg}$$

#### PROBLEMA 28. C

3B28

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols reacional:

$$N_{Al_2O_3} = \frac{n_{Al_2O_3}}{1} = \frac{\frac{185 \text{ kg}}{102 \text{ g mol}^{-1}}}{1} = 1,8 \text{ k}$$

$$N_C = \frac{n_C}{3} = \frac{\frac{25 \text{ kg}}{12 \text{ g mol}^{-1}}}{3} = 0,7 \text{ k}$$

$$N_{Cl_2} = \frac{n_{Cl_2}}{3} = \frac{\frac{100 \text{ kg}}{71 \text{ g mol}^{-1}}}{3} = 0,47 \text{ k}$$

Como  $N_{Al_2O_3} > N_C > N_{Cl_2}$ ,  $Cl_2$  será o limitante Pela estequiometria:

$$N_{Cl_2} = \frac{n_{AlCl_3}}{2}$$

Cálculo do número de mols teórico de cloreto de alumínio :

$$n_{AlCl_3} = 0,47 \cdot 2 = 0,94 \text{ kmol}$$

Cálculo do número de mols real de cloreto de alumínio :

$$n_{\text{real}} = n_{AlCl_3} \cdot \eta = 0,94 \cdot 0,8 = 0,752 \text{ kmol}$$

Cálculo da massa de cloreto de alumínio:

$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,752 \text{ kmol}) \cdot 133,5 = 100,392 \text{ kg}$$

#### PROBLEMA 29. D

3B29

Cálculo do número de mols de carbono e hidrogênio:

$$n_C = n_{CO_2} = \frac{m}{M} = \frac{0,82 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0186 \text{ mol}$$

$$n_H = 2 \cdot n_{H_2O} = 2 \cdot \frac{m}{M} = 2 \cdot \frac{0,31 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 0,034 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de oxigênio:

$$m_O = m_{\text{total}} - m_C - m_H = 0,53 - 0,224 - 0,034 = 0,272 \text{ g}$$

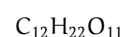
Cálculo do número de mols de oxigênio:

$$n_O = \frac{m}{M} = \frac{0,272 \text{ g}}{16 \text{ g mol}^{-1}} = 0,017 \text{ mol}$$

Montagem da tabela, divisão pelo menor e testando inteiros próximos:

C	H	O
0,0186	0,034	0,017
1,09	2	1
10,9	20	10
11,99	22	11

Fórmula empírica:



**PROBLEMA 30. D**

3B30

Cálculo do número de mols de carbono e hidrogênio:

$$n_C = n_{CO_2} = \frac{m}{M} = \frac{0,52 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0118 \text{ mol}$$

$$n_H = 2 \cdot n_{H_2O} = 2 \cdot \frac{m}{M} = 2 \cdot \frac{0,094 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0104 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de oxigênio:

$$m_O = m_{total} - m_C - m_H = 0,24 - 0,1416 - 0,0104 = 0,088 \text{ g}$$

Cálculo do número de mols de oxigênio:

$$n_O = \frac{m}{M} = \frac{0,088 \text{ g}}{16 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0055 \text{ mol}$$

Montagem da tabela, divisão pelo menor e testando inteiros próximos:

$$\begin{pmatrix} C & H & O \\ 0,0118 & 0,0104 & 0,0055 \\ 2,2 & 2 & 1 \\ 4,4 & 4 & 2 \\ 6,6 & 6 & 3 \\ 8,8 & 8 & 4 \end{pmatrix}$$

Fórmula empírica:

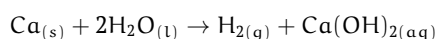


## Problemas cumulativos

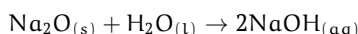
**PROBLEMA 31**

3B31

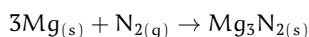
- a. Metal Cálcio  $\rightarrow$  Ca Água  $\rightarrow$  H<sub>2</sub>O Gás hidrogênio  $\rightarrow$  H<sub>2</sub> Hidróxido de cálcio  $\rightarrow$  CaOH Monte a reação e use as mesmas ideias de balanceamento dos problemas 1,2,3 e 4



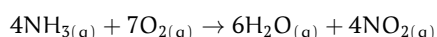
- b. Hidróxido de sódio  $\rightarrow$  NaOH Água  $\rightarrow$  H<sub>2</sub>O Monte a reação e use as mesmas ideias de balanceamento dos problemas 1,2,3 e 4



- c. Metal Magnésio  $\rightarrow$  Mg Gás nitrogênio  $\rightarrow$  N<sub>2</sub> Monte a reação e use as mesmas ideias de balanceamento dos problemas 1,2,3 e 4



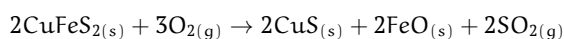
- d. Gás amônio  $\rightarrow$  NH<sub>3</sub> Gás oxigênio  $\rightarrow$  O<sub>2</sub> Metal Cobre é catalisador, então não aparece na reação global  $\rightarrow$  Cu Água  $\rightarrow$  H<sub>2</sub>O dióxido de nitrogênio  $\rightarrow$  NO<sub>2</sub> Monte a reação e use as mesmas ideias de balanceamento dos problemas 1,2,3 e 4



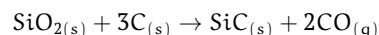
**PROBLEMA 32**

3B32

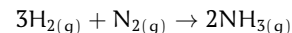
- a. Oxigênio molecular  $\rightarrow$  O<sub>2</sub> Sulfeto de cobre II  $\rightarrow$  CuS Óxido de ferro II  $\rightarrow$  FeO Dióxido de enxofre  $\rightarrow$  SO<sub>2</sub> Monte a reação e use as mesmas ideias de balanceamento dos problemas 1,2,3 e 4



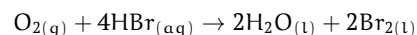
- b. Dióxido de silício  $\rightarrow$  SiO<sub>2</sub> Carbono elementar  $\rightarrow$  C Monóxido de carbono  $\rightarrow$  CO Monte a reação e use as mesmas ideias de balanceamento dos problemas 1,2,3 e 4



- c. Gás hidrogênio  $\rightarrow$  H<sub>2</sub> Gás nitrogênio  $\rightarrow$  N<sub>2</sub> Gás amônia  $\rightarrow$  NH<sub>3</sub> Monte a reação e use as mesmas ideias de balanceamento dos problemas 1,2,3 e 4



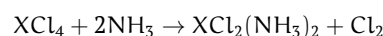
- d. Gás oxigênio  $\rightarrow$  O<sub>2</sub> Ácido bromídrico  $\rightarrow$  HBr Água  $\rightarrow$  H<sub>2</sub>O Bromo líquido  $\rightarrow$  Br<sub>2</sub> Monte a reação e use as mesmas ideias de balanceamento dos problemas 1,2,3 e 4



**PROBLEMA 33. E**

3B33

A reação balanceada é a seguinte:



Pela estequiometria:

$$\frac{n_{XCl_4}}{1} = \frac{n_{XCl_2(NH_3)_2}}{1}$$

Cálculo das massas molares:

$$M_{XCl_4} = M_X + 142$$

$$M_{XCl_2(NH_3)_2} = M_X + 105$$

Cálculo do número de mols de cada espécie:

$$n_{XCl_4} = \frac{m}{M} = \frac{3,57}{M_X + 142}$$

$$n_{XCl_2(NH_3)_2} = \frac{m}{M} = \frac{3,18}{M_X + 105}$$

Cálculo da massa molar:

$$\frac{3,18}{M_X + 105} = \frac{3,57}{M_X + 142}$$

$$M_X = 196,7 \text{ g mol}^{-1}$$

$$X = Pt$$

**PROBLEMA 34. B**

3B34

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{BaBr_x}}{1} = \frac{n_{BaCl_2}}{1}$$

Cálculo da massa molar:

$$M_{BaBr_x} = 137 + x \cdot 80$$

Cálculo do número de mols de cada espécie:

$$n_{BaBr_x} = \frac{m}{M} = \frac{3,25}{137 + x \cdot 80}$$

$$n_{BaCl_2} = \frac{m}{M} = \frac{2,27}{208}$$

Cálculo do x:

$$\frac{3,25}{137 + x \cdot 80} = \frac{2,27}{208}$$

$$x = 2$$

**PROBLEMA 35. C**

3B35

Cálculo do peso do produto final(óxido):

$$m = M_f - M_0 = 28,3 - 26,5 = 1,8 \text{ g}$$

Tome um óxido da forma:



Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{Sn}}}{1} = \frac{n_{\text{SnO}_x}}{1}$$

Cálculo da massa molar:

$$M_{\text{SnO}_x} = 119 + x \cdot 16$$

Cálculo do número de mols de cada espécie:

$$n_{\text{SnO}_x} = \frac{m}{M} = \frac{1,8}{119 + x \cdot 16}$$

$$n_{\text{Sn}} = \frac{m}{M} = \frac{1,5}{119}$$

Cálculo do x:

$$\frac{1,8}{119 + x \cdot 16} = \frac{1,5}{119}$$

$$x = 1,5$$

Então para ser inteiro, o óxido será:



**PROBLEMA 36. A**

3B36

Cálculo do peso do produto final(óxido):

$$m = M_f - M_0 = 27,7 - 26,3 = 1,4 \text{ g}$$

Tome um óxido da forma:



Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{Cu}}}{1} = \frac{n_{\text{CuO}_x}}{1}$$

Cálculo da massa molar:

$$M_{\text{CuO}_x} = 63,5 + x \cdot 16$$

Cálculo do número de mols de cada espécie:

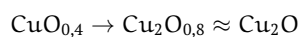
$$n_{\text{CuO}_x} = \frac{m}{M} = \frac{1,4}{63,5 + x \cdot 16}$$

$$n_{\text{Cu}} = \frac{m}{M} = \frac{1,27}{63,5}$$

Cálculo do x:

$$\frac{1,4}{63,5 + x \cdot 16} = \frac{1,27}{63,5}$$

$$x = 0,4$$



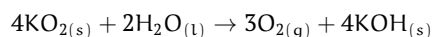
Então para ser inteiro, o óxido será:



**PROBLEMA 37**

3B37

item a: A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols de  $\text{O}_2$  :

$$n_{\text{O}_2} = \frac{m}{M} = \frac{64 \text{ g}}{32 \text{ g mol}^{-1}} = 2 \text{ mols}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{O}_2}}{3} = \frac{n_{\text{KO}_2}}{4}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{KO}_2$  :

$$n_{\text{KO}_2} = \frac{4}{3} \cdot 2 = \frac{8}{3} \text{ mols}$$

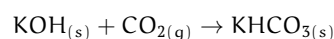
Cálculo da massa de  $\text{KO}_2$  :

$$m = n \cdot M = \left(\frac{8}{3} \text{ mol}\right) \cdot 71 \text{ g mol}^{-1} = \boxed{189,3 \text{ g}}$$

item b: Cálculo do número de mols de  $\text{KO}_2$  :

$$n_{\text{KO}_2} = \frac{m}{M} = \frac{75}{71} \text{ mol}$$

A segunda reação balanceada é:



Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{KO}_2}}{4} = \frac{n_{\text{KOH}}}{4}$$

$$\frac{n_{\text{KOH}}}{1} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{1}$$

Portanto:

$$n_{\text{KO}_2} = n_{\text{CO}_2} = \frac{75}{71} \text{ mols}$$

Cálculo da massa de  $\text{CO}_2$  :

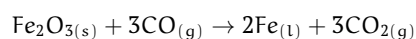
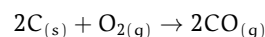
$$m = n \cdot M$$

$$m = \frac{75}{71} \cdot 44 = \boxed{46,5 \text{ g}}$$

**PROBLEMA 38**

3B38

item a: As reações balanceadas são as seguintes:



Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{C}}}{2} = \frac{n_{\text{CO}}}{2}$$

$$\frac{n_{\text{CO}}}{3} = \frac{n_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{1}$$

Portanto:

$$n_{\text{C}} = 3 \cdot n_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$$

$$N_{\text{C}} = 3 \cdot N_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$$



Cálculo do número de átomos de carbono:

$$N_C = 3 \cdot 600 = \boxed{1800 \text{ átomos}}$$

item b: Pela estequiometria:

$$\frac{n_{Fe}}{2} = \frac{n_{CO_2}}{3}$$

Cálculo do número de mols de  $CO_2$ :

$$n_{CO_2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{56 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0268 \text{ ton mol g}^{-1} = 26,8 \text{ kmol}$$

Cálculo da massa de  $CO_2$ :

$$m = n \cdot M$$

$$m = (26,8 \text{ kmol}) \cdot 44 \text{ g mol}^{-1} = 11792 \text{ kg}$$

Cálculo do volume de  $CO_2$ :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{11792 \text{ kg}}{1,25 \text{ g L}^{-1}} = 943,4 \text{ kL} \approx \boxed{9,5 \cdot 10^5 \text{ L}}$$

Item c: Cálculo do volume considerando o rendimento:

$$V_{\text{real}} = V \cdot \eta = 9,5 \cdot 10^5 \cdot 0,68 \approx \boxed{6,5 \cdot 10^5 \text{ L}}$$

item d: Pela estequiometria:

$$\frac{n_{O_2}}{1} = \frac{n_{CO}}{2}$$

$$\frac{n_{CO}}{3} = \frac{n_{Fe}}{2}$$

Portanto:

$$n_{O_2} = \frac{3}{4} n_{Fe}$$

Cálculo do número de mols de  $O_2$ :

$$n_{O_2} = \frac{3}{4} \cdot \frac{5 \text{ kg}}{56 \text{ g mol}^{-1}} = 0,067 \text{ kmol}$$

Cálculo da massa de  $O_2$ :

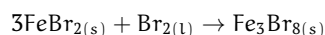
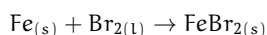
$$m = n \cdot M$$

$$m = 0,067 \cdot 32 = 2,144 \text{ kg} \approx \boxed{2,1 \text{ kg}}$$

### PROBLEMA 39

3B39

As reações balanceadas são as seguintes:



Pela estequiometria:

$$\frac{n_{Fe}}{1} = \frac{n_{FeBr_2}}{1}$$

$$\frac{n_{FeBr_2}}{3} = \frac{n_{Fe_3Br_8}}{1}$$

$$\frac{n_{Fe_3Br_8}}{1} = \frac{n_{NaBr}}{8}$$

Portanto:

$$n_{Fe} = \frac{3}{8} n_{NaBr}$$

Cálculo do número de mols de Ferro:

$$n_{Fe} = \frac{3}{8} \cdot \frac{2,5 \text{ ton}}{103 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0091 \text{ ton mol g}^{-1}$$

Cálculo da massa de ferro:

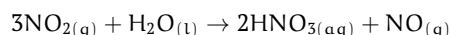
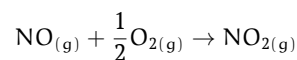
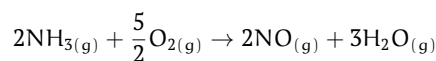
$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,0091 \text{ ton mol g}^{-1}) \cdot 56 \text{ g mol}^{-1} = 0,5096 \text{ ton} \approx \boxed{509 \text{ kg}}$$

### PROBLEMA 40

3B40

As reações balanceadas são as seguintes:



Cálculo do número de mols de ácido nítrico:

$$n_{HNO_3} = \frac{m}{M} = \frac{1000}{63} = 15,87 \text{ ton mol g}^{-1}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{NH_3}}{2} = \frac{n_{NO}}{2}$$

$$\frac{n_{NO}}{1} = \frac{n_{NO_2}}{1}$$

$$\frac{n_{NO_2}}{3} = \frac{n_{HNO_3}}{2}$$

item a: Se o óxido nítrico for reaproveitado, temos o seguinte processo: Base de cálculo para ilustrar:  $n_{NO_2} = 6 \text{ mol}$  Desses 6 mols, 4 viram  $HNO_3$  e 2 viram  $NO$  Reaproveitando esses 2 mols viram 2 mols de  $NO_2$  Desses 2 mols,  $4/3$  viram  $HNO_3$  e  $2/3$  viram  $NO$  Reaproveitando esses  $2/3$  mol viram  $2/3$  mol de  $NO_2$  Desses  $2/3$  mol,  $4/9$  viram  $HNO_3$  e  $2/9$  viram  $NO$  Portanto se tivéssemos  $n$  mols de  $NO_2$ : Cálculo do número de mols de ácido nítrico:

$$n_{HNO_3} = \frac{2}{3} \cdot n + \frac{2}{9} \cdot n \dots$$

$$n_{HNO_3} = \frac{a_1}{1 - q} = \frac{\frac{2}{3} \cdot n}{\frac{2}{3}} = n$$

Cálculo do número de mols de amônia necessária:

$$n_{NH_3} = n_{NO_2} = n_{HNO_3} = 15,87 \text{ ton mol g}^{-1}$$

Cálculo da massa de amônia:

$$m = n \cdot M$$

$$m = 15,87 \cdot 17 \approx \boxed{270 \text{ ton}}$$

item b: Nesse caso basta seguir a estequiometria:

$$\frac{n_{NH_3}}{2} = \frac{n_{NO}}{2}$$

$$\frac{n_{NO}}{1} = \frac{n_{NO_2}}{1}$$

$$\frac{n_{NO_2}}{3} = \frac{n_{HNO_3}}{2}$$

Portanto:

$$n_{NH_3} = \frac{3}{2} \cdot n_{HNO_3}$$

Cálculo do número de mols de amônia:

$$n_{NH_3} = \frac{3}{2} \cdot 15,87 = 23,805 \text{ ton mol g}^{-1}$$

Cálculo da massa de amônia:

$$m = n \cdot M$$

$$m = 23,805 \cdot 17 \approx \boxed{405 \text{ ton}}$$

item c: Nesse caso temos a mesma situação do item a, porém devemos multiplicar o número de mols por 0,4 já que só 40% é aproveitado, ou seja, ficamos com a soma: Portanto se tivéssemos n mols de NO<sub>2</sub>:

$$n_{\text{HNO}_3} = \frac{2}{3} \cdot n + 0,4 \cdot \frac{2}{9} \cdot n \dots$$

$$n_{\text{HNO}_3} = \frac{a_1}{1-q} = \frac{\frac{2}{3} \cdot n}{1-\frac{0,4}{3}} = \frac{10}{13} \cdot n$$

Cálculo do número de mols de amônia necessária:

$$n_{\text{NH}_3} = n_{\text{NO}_2} = n = \frac{13}{10} n_{\text{HNO}_3}$$

$$n_{\text{NH}_3} = \frac{13}{10} \cdot 15,87 = 20,631 \text{ ton mol g}^{-1}$$

Cálculo da massa de amônia necessária:

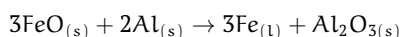
$$m = n \cdot M$$

$$m = (20,631 \text{ ton mol g}^{-1}) \cdot 17 \text{ g mol}^{-1} \approx \boxed{350 \text{ ton}}$$

#### PROBLEMA 41

3B41

item a: A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols reacional:

$$N_{\text{FeO}} = \frac{n_{\text{FeO}}}{3} = \frac{\frac{12,4 \text{ g}}{72 \text{ g mol}^{-1}}}{3} = 0,0574$$

$$N_{\text{Al}} = \frac{n_{\text{Al}}}{2} = \frac{\frac{6,14 \text{ g}}{27 \text{ g mol}^{-1}}}{2} = 0,1137$$

Como  $N_{\text{FeO}} < N_{\text{Al}}$ ,  $\boxed{\text{FeO}}$  será o limitante item b: Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{Fe}}}{3} = N_{\text{FeO}}$$

$$n_{\text{Fe}} = 3 \cdot 0,0574 = 0,1722 \text{ mol} \approx \boxed{0,17 \text{ mol}}$$

item c: Cálculo do número de mols reacional em excesso:

$$\Delta N = 0,1137 - 0,0574 = 0,0563$$

Cálculo do número de mols de Al:

$$\frac{n_{\text{Al}}}{2} = 0,0563$$

$$n_{\text{Al}} = 0,1126 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de alumínio:

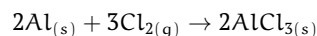
$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,1126 \text{ mol}) \cdot 27 \text{ g mol}^{-1} = 3,0402 \text{ g} \approx \boxed{3,0 \text{ g}}$$

#### PROBLEMA 42

3B42

A reação balanceada é a seguinte:



OBS: ignorar quantidade de alumínio pois é muito grande, ficar apenas no limitante Cl<sub>2</sub>: Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{Cl}_2}}{3} = \frac{n_{\text{AlCl}_3}}{2}$$

Cálculo do número de mols de AlCl<sub>3</sub>:

$$n_{\text{AlCl}_3} = \frac{2}{3} \cdot \frac{535 \text{ g}}{71 \text{ g mol}^{-1}} = 5 \text{ mols}$$

Cálculo da massa de AlCl<sub>3</sub> teórica:

$$m = n \cdot M$$

$$m = 5 \cdot 133,5 \approx \boxed{670 \text{ g}}$$

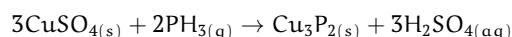
Cálculo do rendimento:

$$\eta = \frac{300}{670} \approx \boxed{45\%}$$

#### PROBLEMA 43

3B43

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo da massa de fosfina pura:

$$m = 0,85 \cdot 4,94 = 4,199 \text{ g}$$

Cálculo do número de mols de fosfina:

$$n_{\text{PH}_3} = \frac{m}{M} = \frac{4,199 \text{ g}}{34 \text{ g mol}^{-1}} = 0,1235 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols de CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{110 \text{ g}}{249,5 \text{ g mol}^{-1}} = 0,441 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols reacional:

$$N_{\text{PH}_3} = \frac{n_{\text{PH}_3}}{2} = \frac{0,1235}{2} = 0,06175$$

$$N_{\text{CuSO}_4} = \frac{n_{\text{CuSO}_4}}{3} = \frac{0,441}{3} = 0,147$$

Como  $N_{\text{PH}_3} < N_{\text{CuSO}_4}$ ,  $\boxed{\text{PH}_3}$  será o limitante Pela estequiometria:

$$N_{\text{PH}_3} = \frac{n_{\text{Cu}_3\text{P}_2}}{1}$$

$$n_{\text{Cu}_3\text{P}_2} = 0,06175 \text{ mol}$$

Cálculo da massa teórica:

$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,06175 \text{ mol}) \cdot 252,5 \text{ g mol}^{-1} \approx 16 \text{ g}$$

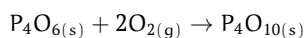
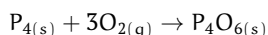
Cálculo da massa real:

$$m_{\text{real}} = m \cdot \eta = 16 \cdot 0,063 \approx \boxed{1,0 \text{ g}}$$

## PROBLEMA 44

3B44

A reação balanceada é a seguinte:



Cálculo do número de mols reacional para a primeira reação:

$$N_{P_4} = \frac{n_{P_4}}{1} = \frac{\frac{5,77 \text{ g}}{124 \text{ g mol}^{-1}}}{1} = 0,0465$$

$$N_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{3} = \frac{\frac{5,77 \text{ g}}{32 \text{ g mol}^{-1}}}{3} = 0,06$$

Como  $N_{P_4} < N_{O_2}$ ,  $P_4$  será o limitante da primeira reação. Cálculo do número de mols de  $P_4O_6$  formado:

$$n_{P_4O_6} = N_{P_4} = 0,0465 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols de oxigênio que restou:

$$\frac{n_{O_2}}{3} = \Delta N$$

$$n_{O_2} = 3 \cdot (0,06 - 0,0465) = 0,0405 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols reacional para a segunda reação:

$$N_{P_4O_6} = \frac{n_{P_4O_6}}{1} = 0,0465$$

$$N_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{2} = 0,02$$

Como  $N_{O_2} < N_{P_4O_6}$ , Então  $O_2$  é o limitante para a reação de formação do  $P_4O_{10}$ .

item b: Pela estequiometria:

$$\frac{n_{P_4O_{10}}}{1} = N_{O_2}$$

$$n_{P_4O_{10}} = 0,02 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de  $P_4O_{10}$ :

$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,02 \text{ mol}) \cdot 284 \text{ g mol}^{-1} = 5,7 \text{ g}$$

item c: Cálculo do número de mols reacional em excesso:

$$\Delta N = 0,0465 - 0,02 = 0,0265$$

Cálculo do número de mols de reagente em excesso:

$$\frac{n_{P_4O_6}}{1} = \Delta N = 0,0265 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de reagente em excesso:

$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,0265 \text{ mol}) \cdot 220 \text{ g mol}^{-1} = 5,8 \text{ g}$$

## PROBLEMA 45

3B45

Cálculo do número de mols de carbono, hidrogênio e nitrogênio:

$$n_C = n_{CO_2} = \frac{0,682 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0155 \text{ mol}$$

$$n_H = 2 \cdot n_{H_2O} = 2 \cdot \frac{0,174 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0193 \text{ mol}$$

$$n_N = 2 \cdot n_{N_2} = 2 \cdot \frac{0,11 \text{ g}}{28 \text{ g mol}^{-1}} = 0,00786 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de oxigênio:

$$\begin{aligned} m_O &= m_{\text{total}} - m_C - m_H - m_N = \\ &= 0,376 - 0,186 - 0,0193 - 0,11 = \\ &\approx 0,061 \text{ g} \end{aligned}$$

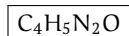
Cálculo do número de mols de oxigênio:

$$n_O = \frac{m}{M} = \frac{0,061 \text{ g}}{16 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0038125 \text{ mol}$$

Monte a tabela, divida pelo menor e busque inteiros próximos:

$$\begin{pmatrix} C & H & N & O \\ 0,0155 & 0,0193 & 0,00786 & 0,0038125 \\ 4 & 5 & 2 & 1 \\ 8 & 10 & 4 & 2 \end{pmatrix}$$

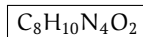
Fórmula mínima:



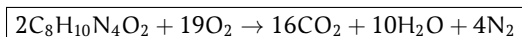
Cálculo da massa molar:

$$M = 12 \cdot 4 + 1 \cdot 5 + 14 \cdot 2 + 16 \cdot 1 = 97 \text{ g mol}^{-1}$$

Portanto a fórmula molecular será:



item c:



## PROBLEMA 46

3B46

Cálculo do número de mols de carbono, hidrogênio e nitrogênio:

$$n_C = n_{CO_2} = \frac{1,07 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0243 \text{ mol}$$

$$n_H = 2 \cdot n_{H_2O} = 2 \cdot \frac{0,307 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0341 \text{ mol}$$

$$n_N = 2 \cdot n_{N_2} = 2 \cdot \frac{0,068 \text{ g}}{28 \text{ g mol}^{-1}} = 0,00486 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de oxigênio:

$$m_O = m_{\text{total}} - m_C - m_H - m_N$$

$$m_O = 0,385 - 0,292 - 0,0341 - 0,068 \approx 0$$

Portanto não há oxigênio: Montando a tabela, dividindo pelo menor e aproximando para inteiros:

$$\begin{pmatrix} C & H & N \\ 0,0243 & 0,0341 & 0,00486 \\ 5 & 7 & 1 \end{pmatrix}$$

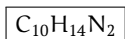
Portanto a fórmula mínima será:



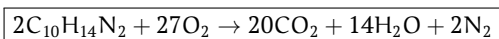
Cálculo da massa molar:

$$M = 12 \cdot 5 + 1 \cdot 7 + 14 \cdot 1 = 81 \text{ g mol}^{-1}$$

Portanto a fórmula molecular será:



item c:



#### PROBLEMA 47

3B47

Cálculo do número de mols de carbono, hidrogênio e nitrogênio:

$$n_{\text{C}} = n_{\text{CO}_2} = \frac{2,2 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot \frac{0,9 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{N}} = 2 \cdot n_{\text{N}_2} = 2 \cdot \frac{0,13 \text{ g}}{28 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0093 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols de nitrogênio em 1,35 g do composto:

$$n_{\text{N}} = 0,0093 \cdot \frac{1,35}{0,5} = 0,025 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de oxigênio:

$$m_{\text{O}} = m_{\text{total}} - m_{\text{C}} - m_{\text{H}} - m_{\text{N}}$$

$$m_{\text{O}} = 1,35 - 0,6 - 0,1 - 0,35 = 0,3 \text{ g}$$

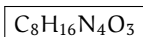
Cálculo do número de mols de O

$$n_{\text{O}} = \frac{0,3 \text{ g}}{16 \text{ g mol}^{-1}} = 0,01875 \text{ mol}$$

Montando a tabela, dividindo pelo menor e aproximando para inteiros:

$$\begin{pmatrix} \text{C} & \text{H} & \text{N} & \text{O} \\ 0,05 & 0,1 & 0,025 & 0,01875 \\ 2 & 4 & 1 & 0,75 \\ 8 & 16 & 4 & 3 \end{pmatrix}$$

Portanto a fórmula mínima será:



#### PROBLEMA 48

3B48

Cálculo do número de mols de carbono, hidrogênio e iodo:

$$n_{\text{C}} = n_{\text{CO}_2} = \frac{1,32 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,03 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot \frac{0,63 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 0,07 \text{ mol}$$

$$n_{\text{I}} = 2 \cdot n_{\text{PbI}_2} = 2 \cdot \frac{1,15 \text{ g}}{461 \text{ g mol}^{-1}} = 0,005 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols de iodo em 1,7 g do composto:

$$n_{\text{I}} = 0,005 \cdot \frac{1,7}{0,85} = 0,01 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de oxigênio:

$$m_{\text{O}} = m_{\text{total}} - m_{\text{C}} - m_{\text{H}} - m_{\text{I}}$$

$$m_{\text{O}} = 1,7 - 0,36 - 0,07 - 1,27 = 0 \text{ g}$$

Portanto não há oxigênio:

Montando a tabela, dividindo pelo menor e aproximando para inteiros:

$$\begin{pmatrix} \text{C} & \text{H} & \text{I} \\ 0,03 & 0,07 & 0,01 \\ 3 & 7 & 1 \end{pmatrix}$$

Portanto a fórmula mínima será:



#### PROBLEMA 49

3B49

Cálculo do número de mols de carbono, hidrogênio e cloro:

$$n_{\text{C}} = n_{\text{CO}_2} = \frac{0,0682 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,00155 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot \frac{0,014 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 0,00155 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Cl}} = 0,55 \cdot \frac{0,1 \text{ g}}{35,5 \text{ g mol}^{-1}} = 0,00155 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de oxigênio:

$$m_{\text{O}} = m_{\text{total}} - m_{\text{C}} - m_{\text{H}} - m_{\text{Cl}}$$

$$m_{\text{O}} = 0,1 - 0,0186 - 0,00155 - 0,055 = 0,02485 \text{ g}$$

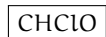
Cálculo do número de mols de O

$$n_{\text{O}} = \frac{0,02485 \text{ g}}{16 \text{ g mol}^{-1}} = 0,00155 \text{ mol}$$

Montando a tabela, dividindo pelo menor e aproximando para inteiros:

$$\begin{pmatrix} \text{C} & \text{H} & \text{Cl} & \text{O} \\ 0,00155 & 0,00155 & 0,00155 & 0,00155 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Portanto a fórmula mínima será:



#### PROBLEMA 50

3B50

Cálculo do número de mols de carbono, hidrogênio e Cloro:

$$n_{\text{C}} = n_{\text{CO}_2} = \frac{2,22 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot \frac{0,253 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 0,028 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols de hidrogênio em 1,52 g do composto:

$$n_{\text{H}} = 0,028 \cdot \frac{1,52}{2,53} = 0,017 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de cloro:

$$m_{\text{Cl}} = m_{\text{total}} - m_{\text{C}} - m_{\text{H}}$$

$$m_{\text{Cl}} = 1,52 - 0,6 - 0,017 = 0,9 \text{ g}$$

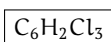
Cálculo do número de mols de cloro:

$$n_{\text{Cl}} = \frac{0,9}{35,5} = 0,025 \text{ mol}$$

Montando a tabela, dividindo pelo menor e aproximando para inteiros:

$$\begin{pmatrix} \text{C} & \text{H} & \text{Cl} \\ 0,05 & 0,017 & 0,025 \\ 2 & 0,68 & 1 \\ 12 & 4 & 6 \end{pmatrix}$$

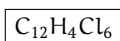
Portanto a fórmula mínima será:



Cálculo da massa molar:

$$M = 12 \cdot 6 + 1 \cdot 2 + 35,5 \cdot 3 = 180,5 \text{ g mol}^{-1}$$

Portanto a fórmula molecular será:



## 6 átomos de Cloro

### PROBLEMA 51

3B51

Base de cálculo: 100 g de amostra: Cálculo do número de mols de carbono e hidrogênio:

$$n_{\text{C}} = \frac{77,5 \text{ g}}{12 \text{ g mol}^{-1}} = 6,46 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = \frac{5,2 \text{ g}}{1 \text{ g mol}^{-1}} = 5,2 \text{ mol}$$

Cálculo do número de mols de naftol:

$$\frac{n_{\text{naftol}}}{1} = \frac{n_{\text{H}}}{8} = \frac{5,2}{8} = 0,65 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de naftol:

$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,65 \text{ mol}) \cdot 144 \text{ g mol}^{-1} = 93,6 \text{ g}$$

Portanto a pureza será:

$$\zeta = \frac{m_{\text{pura}}}{m_{\text{amostra}}} = \boxed{93,6\%}$$

### PROBLEMA 52

3B52

Base de cálculo: 100 g de amostra: Cálculo do número de mols de carbono e hidrogênio:

$$n_{\text{C}} = \frac{68,5}{12} = 5,71 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = \frac{8,2}{1} = 8,2 \text{ mol}$$

Seja x o número de mols de  $\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{O}_2\text{N}$  e y o número de mols de tetracloreto:

$$\begin{cases} 20x + 2y = 8,2 \\ 14x + 2y = 5,71 \end{cases}$$

$$x = 0,415 \text{ mol}$$

Cálculo da massa do composto:

$$m = n \cdot M$$

$$m = 0,415 \cdot 230 = 95,45 \text{ g}$$

Portanto a pureza será:

$$\zeta = \frac{m_{\text{pura}}}{m_{\text{total}}} = \boxed{95,45\%}$$

### PROBLEMA 53

3B53

Cálculo da massa de água:

$$\Delta m = 2,54 - 2,31 = 0,23 \text{ g}$$

Cálculo do número de mols de água:

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m}{M} = \frac{0,23 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 0,013 \text{ mol}$$

Pela estequiometria:

$$\frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{2} = \frac{n_{\text{CaCl}_2}}{1}$$

Cálculo do número de mols de cloreto de cálcio:

$$n_{\text{CaCl}_2} = \frac{0,013}{2} = 0,0065 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de cloreto de cálcio:

$$m = n \cdot M$$

$$m = (0,0065 \text{ mol}) \cdot 111 \text{ g mol}^{-1} = 0,7215 \text{ g}$$

Cálculo da massa de cloreto de potássio:

$$m_{\text{KCl}} = m_{\text{total}} - m_{\text{CaCl}_2} - m_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$m_{\text{KCl}} = 2,56 - 0,7215 - 0,23 = 1,61 \text{ g}$$

Cálculo da fração mássica de cloreto de potássio:

$$f_{\text{KCl}} = \frac{m_{\text{KCl}}}{m_{\text{total}}} = \frac{1,61}{2,56} \approx \boxed{63\%}$$

### PROBLEMA 54

3B54

Cálculo das massas molares:

$$M_{\text{CaCO}_3} = 100 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_{\text{CaO}} = 56 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_{\text{MgCO}_3} = 84,3 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_{\text{MgO}} = 40,3 \text{ g mol}^{-1}$$

Seja x o número de mols de carbonato de cálcio e y o número de mols de carbonato de magnésio:

$$\begin{cases} 100x + 84,3y = 10 \\ 56x + 40,3y = 5,12 \end{cases}$$

$$y = 0,07 \text{ mol}$$

Cálculo da fração mássica de carbonato de magnésio:

$$f = \frac{0,07 \cdot 84,3}{10} = \boxed{59,1\%}$$