

Soluciones de Cálculo de la fracción molar

La fracción molar (x_i) expresa la proporción en la que se encuentran los moles de una sustancia respecto al número de moles totales de la mezcla. La suma de fracciones molares de todos los componentes de una mezcla es 1

$$x_i = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$$

1. Se disuelven 5.00 g de ácido clorhídrico en 35.00 g de agua. La densidad de la solución obtenida es 1.06 g/mL.

Calcular la fracción molar de ácido clorhídrico y la fracción molar de agua en la solución

Datos:

M(H)= 1.00 g/mol; M(O)= 16.00 g/mol; M(Cl)= 35.45 g/mol

Lo primero que debemos hacer es calcular el número de moles de cada componente en la mezcla resultante a partir del peso molecular de cada uno de ellos.

$$\begin{aligned} M(\text{HCl}) &= 1 \times M(\text{H}) + 1 \times M(\text{Cl}) = \\ &= 1 \times 1.00 \text{ g/mol} + 1 \times 35.45 \text{ g/mol} = 36.45 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(\text{H}_2\text{O}) &= 2 \times M(\text{H}) + 1 \times M(\text{O}) = \\ &= 2 \times 1.00 \text{ g/mol} + 1 \times 16.00 \text{ g/mol} = 18.00 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$5 \text{ g HCl} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{36.45 \text{ g HCl}} = 0.137 \text{ moles de HCl}$$

$$35 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.00 \text{ g H}_2\text{O}} = 1.994 \text{ moles de H}_2\text{O}$$

Ahora debemos calcular el número total de moles de la mezcla:

$$n_T = \sum_i n_i = n_{\text{HCl}} + n_{\text{H}_2\text{O}} = 0.137 + 1.994 = 2.131$$

A partir del número de moles de cada uno de los componentes y del número total de moles de la mezcla, calculamos la fracción molar de cada uno de los componentes.

$$x_{HCl} = \frac{n_{HCl}}{\sum_i n_i} = \frac{0.137}{2.131} = 0.0643$$

$$x_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{\sum_i n_i} = \frac{1.994}{2.131} = 0.9357$$

La suma de fracciones molares de todos los componentes de la mezcla es 1. Lo comprobamos:

$$x_{HCl} + x_{H_2O} = 0.0643 + 0.9357 = 1.0000$$

unprofesor.com

2. Se mezcla 1L de ácido nítrico de densidad 1.38 g/mL y 62.7% en peso con 1L de otro ácido nítrico de densidad 1.13 g/mL y 22.38 %en peso. La densidad de la disolución resultante es 1.28 g/mL.

Calcular la fracción molar de ácido nítrico y la fracción molar de agua en la solución

Datos: $M(H) = 1 \text{ g/mol}$; $M(N) = 14 \text{ g/mol}$; $M(O) = 16 \text{ g/mol}$

Puesto que no tenemos el peso de cada uno de los componentes (ácido nítrico y agua) debemos hallarlos.

El ácido nítrico total proviene de las dos disoluciones iniciales A y B.

Disolución A: 1L de ácido nítrico de densidad 1.38 g/mL y 62.7% en peso

$$1 \text{ L disolución A HNO}_3 \times \frac{1000 \text{ mL disolución A HNO}_3}{1 \text{ L disolución A HNO}_3} \times \frac{1.38 \text{ g disolución A HNO}_3}{\text{mL disolución A HNO}_3} \times \frac{62.7 \text{ g HNO}_3}{100 \text{ g disolución A HNO}_3} = 865.3 \text{ g HNO}_3$$

Disolución B: 1L de ácido nítrico de densidad 1.13 g/mL y 22.38% en peso

$$1 \text{ L disolución B HNO}_3 \times \frac{1000 \text{ mL disolución B HNO}_3}{1 \text{ L disolución B HNO}_3} \times \frac{1.13 \text{ g disolución B HNO}_3}{\text{mL disolución B HNO}_3} \times \frac{22.38 \text{ g HNO}_3}{100 \text{ g disolución B HNO}_3} = 252.9 \text{ g HNO}_3$$

$$\text{Masa HNO}_3 \text{ total} = 865.3 + 252.9 = 1118.2 \text{ g HNO}_3$$

Una vez conocemos la masa total de ácido nítrico de la mezcla, calculamos el número de moles.

$$\begin{aligned} M(\text{HNO}_3) &= 1 \times M(H) + 1 \times M(N) + 3 \times M(O) = \\ &= 1 \times 1 \text{ g/mol} + 1 \times 14 \text{ g/mol} + 3 \times 16 \text{ g/mol} = 63 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$1118.2 \text{ g HNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{63 \text{ g HNO}_3} = 17.7 \text{ moles de HNO}_3$$

Para conocer la masa total de agua de la mezcla, debemos utilizar la densidad:

$$1 \text{ L disolución A HNO}_3 \times \frac{1000 \text{ mL disolución A HNO}_3}{1 \text{ L disolución A HNO}_3} \times \frac{1.38 \text{ g disolución A HNO}_3}{\text{mL disolución A HNO}_3} = 1380.0 \text{ g disolución A}$$

$$1 \text{ L disolución B HNO}_3 \times \frac{1000 \text{ mL disolución B HNO}_3}{1 \text{ L disolución B HNO}_3} \times \frac{1.13 \text{ g disolución B HNO}_3}{\text{mL disolución B HNO}_3} = 1130.0 \text{ g disolución B}_3$$

$$\begin{aligned} \text{Masa total mezcla} &= \text{Masa disolución A} + \text{Masa disolución B} = \\ &= 1380 \text{ g} + 1130 \text{ g} = 2510 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Masa total mezcla} &= \text{Masa HNO}_3 + \text{Masa H}_2\text{O} \Rightarrow \\ \text{Masa H}_2\text{O} &= \text{Masa total mezcla} - \text{Masa HNO}_3 = \\ &= 2510 \text{ g} - 1118.2 \text{ g} = 1391.8 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(\text{H}_2\text{O}) &= 2 \times M(\text{H}) + 1 \times M(\text{O}) = \\ &= 2 \times 1 \text{ g/mol} + 1 \times 16 \text{ g/mol} = 18 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$1391.8 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 77.3 \text{ moles de H}_2\text{O}$$

Ahora debemos calcular el número total de moles de la mezcla:

$$n_T = \sum_i n_i = n_{\text{HNO}_3} + n_{\text{H}_2\text{O}} = 17.7 + 77.3 = 95.0$$

A partir del número de moles de cada uno de los componentes y del número total de moles de la mezcla, calculamos la fracción molar de cada uno de los componentes.

$$x_{\text{HNO}_3} = \frac{n_{\text{HNO}_3}}{\sum_i n_i} = \frac{17.7}{95.0} = 0.186$$

$$x_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{\sum_i n_i} = \frac{77.3}{95.0} = 0.814$$

La suma de fracciones molares de todos los componentes de la mezcla es 1. Lo comprobamos:

$$x_{\text{HNO}_3} + x_{\text{H}_2\text{O}} = 0.186 + 0.814 = 1.0000$$

3. Se prepara una disolución acuosa de densidad 0.988 g/mL disolviendo 12.8 mL de propanol (densidad= 0.803 g/mL) en agua suficiente como para obtener 75 mL de disolución.

Calcular la fracción molar de ácido propanol y la fracción molar de agua en la disolución.

Datos: M(H)= 1 g/mol; M(C)= 12 g/mol; M(O)= 16 g/mol

Puesto que no tenemos el peso de cada uno de los componentes (propanol y agua) debemos hallarlos.

$$12.8 \text{ mL propanol} \times \frac{0.803 \text{ g propanol}}{\text{mL propanol}} = 10.3 \text{ g de propanol}$$

$$75 \text{ mL disolución} \times \frac{0.988 \text{ g disolución}}{\text{mL disolución}} = 74.1 \text{ g de disolución}$$

$$\begin{aligned} \text{Masa total disolución} &= \text{Masa propanol} + \text{Masa H}_2\text{O} \Rightarrow \\ \text{Masa H}_2\text{O} &= \text{Masa total disolución} - \text{Masa propanol} = \\ &= 74.1 \text{ g} - 10.3 \text{ g} = 63.8 \text{ g} \end{aligned}$$

Una vez tenemos la masa de cada uno de los componentes calculamos el número de moles a partir del peso molecular.

$$\begin{aligned} M(\text{propanol (C}_3\text{H}_8\text{O)}) &= 3 \times M(\text{C}) + 8 \times M(\text{H}) + 1 \times M(\text{O}) = \\ &= 3 \times 12 \text{ g/mol} + 8 \times 1 \text{ g/mol} + 1 \times 16 \text{ g/mol} = 60 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(\text{H}_2\text{O}) &= 2 \times M(\text{H}) + 1 \times M(\text{O}) = \\ &= 2 \times 1.00 \text{ g/mol} + 1 \times 16.00 \text{ g/mol} = 18.00 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$10.3 \text{ g propanol} \times \frac{1 \text{ mol propanol}}{60 \text{ g propanol}} = 0.17 \text{ moles de propanol}$$

$$63.8 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.00 \text{ g H}_2\text{O}} = 3.54 \text{ moles de H}_2\text{O}$$

Ahora debemos calcular el número total de moles de la mezcla:

$$n_T = \sum_i n_i = n_{\text{propanol}} + n_{\text{H}_2\text{O}} = 0.17 + 3.54 = 3.71$$

A partir del número de moles de cada uno de los componentes y del número total de moles de la mezcla, calculamos la fracción molar de cada uno de los componentes.

$$x_{HCl} = \frac{n_{propanol}}{\sum_i n_i} = \frac{0.17}{3.71} = 0.046$$

$$x_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{\sum_i n_i} = \frac{3.54}{3.71} = 0.954$$

La suma de fracciones molares de todos los componentes de la mezcla es 1. Lo comprobamos:

$$x_{propanol} + x_{H_2O} = 0.046 + 0.954 = 1.000$$

unprofesor.com