Abraham Lincoln School

GUÍA DE APRENDIZAJE

Profesor: *Pablo Ramírez*
Asignatura / Curso: *Química / 2do. Medio.*

Soluciones. Parte II: Concentración de las soluciones.

La concentración de una solución es una medida que indica la relación entre la cantidad de soluto presente en una solución.

En una solución, el soluto estará presente en una determinada proporción con respecto al solvente. Esa proporción no cambiará a menos que se adicione más soluto o más solvente. En consecuencia, la concentración permanece constante. Pero, si a una solución preparada se le agrega más soluto o más solvente, la concentración de la solución sí se modifica. En el primer caso se hace más concentrada (aumenta la cantidad de soluto), mientras que en el segundo caso se vuelve más diluida, pues disminuye la cantidad de soluto en relación con el volumen del solvente.

La concentración se puede expresar en distintas unidades, que podrían clasificarse como unidades físicas y unidades químicas. A continuación, se describen las principales unidades en las que se puede expresar la concentración de las soluciones:

Unidades físicas de concentración:

- ***Porcentaje masa / masa (% m/m):*** *expresa la cantidad en gramos de soluto que hay en 100 gramos de la solución. Se puede calcular empleando la siguiente fórmula:*

$$\%\ {}^{m}/_{m} = \frac{\boldsymbol{masa\ de\ soluto\ (g)}}{\boldsymbol{masa\ de\ soluci\acute{o}n\ (g)}}\ \boldsymbol{x\ 100}$$

Ejemplo: *una solución con concentración de 20 % m/m, indica que hay 20 gramos de soluto en 100 gramos de la solución.*

- ***Porcentaje masa / volumen (% m/v):*** *expresa la cantidad en gramos de soluto que hay en 100 mililitros de la solución. Se puede calcular empleando la siguiente fórmula:*

$$\%\ {}^{m}/_{v} = \frac{\boldsymbol{masa\ de\ soluto\ (g)}}{\boldsymbol{volumen\ de\ soluci\acute{o}n\ (mL)}}\ \boldsymbol{x\ 100}$$

Ejemplo: *una solución con concentración de 10 % m/v, indica que hay 10 gramos de soluto en 100 mililitros de la solución.*

- ***Porcentaje volumen / volumen (% m/m):*** *expresa la cantidad en mililitros de soluto que hay en 100 mililitros de la solución. Se puede calcular empleando la siguiente fórmula:*

$$\%\ {}^{v}/_{v} = \frac{\boldsymbol{volumen\ de\ soluto\ (mL)}}{\boldsymbol{volumen\ de\ soluci\acute{o}n\ (mL)}}\ \boldsymbol{x\ 100}$$

Ejemplo: *una solución con concentración de 15 % v/v, indica que hay 15 mililitros de soluto en 100 mililitros de la solución.*

A continuación, resolveremos algunos ejercicios a manera de ejemplo:

1. Calcule el porcentaje masa/volumen (% m/v) de una solución preparada al disolver 20 g cloruro de sodio en agua hasta un volumen total de 500 mL.

Solución: *Para calcular el % m/v se debe hacer uso de la fórmula. El soluto es la sustancia que se disuelve, en este caso el cloruro de sodio, y su masa es de 20 g, mientras que el volumen de la solución es de 500 mL. Al sustituir estos valores en la fórmula y realizar los cálculos, se obtiene lo siguiente:*

$$\%\ m/v = \frac{\textbf{masa de soluto } (g)}{\textbf{volumen de solución } (mL)}\ x\ 100 = \frac{20\ g}{500\ mL} x100 = 4\ \%\ m/v$$

La concentración de la solución es de 4 % m/v, lo que indica que hay 4 g de cloruro de sodio (soluto) presentes en cada 100 mL de la solución.

2. ¿Cuántos gramos de soluto están presentes en 250 g de una solución con una concentración de 0,5 % m/m?

Solución: *El ejercicio proporciona como datos la concentración de la solución en % m/m y la masa masa de la solución, y se debe calcular la masa de soluto. Para esto, basta con despejar la masa del soluto de la fórmula de % m/v, sustituir y calcular. Al despejar, se tiene que:*

$$\textbf{masa de soluto} = \frac{\%\ m/m\ x\ \textbf{masa de solución}}{100} = \frac{0,5\ \frac{g}{mL}\ x\ 250\ g}{100} = 1,25\ g\ \textbf{de soluto}$$

Hay 1,25 g de soluto presente en 250 g de solución.

Unidades químicas de concentración:

- ***Concentración molar o molaridad (C):*** *expresa la cantidad en moles de soluto que están presentes en un litro de la solución. Se expresa en unidades de mol/L. Se puede calcular a través de la siguiente fórmula:*

$$C = \frac{n_{Sto}\ (mol)}{V_{Sol}\ (L)}$$

Donde:
C: concentración molar, unidades: mol/L.
n_{Sto}: moles de soluto.
V_{Sol}: Volumen de la solución, expresada en litros.

Ejemplo: *Una solución con concentración de 0,2 mol/L indica que hay 0,2 moles del soluto por cada litro de la solución.*

- ***Concentración molal o molalidad (m):*** *expresa la cantidad en moles de soluto que están presentes en un kilogramo de solvente. Se expresa en unidades de mol/Kg. Se puede calcular a través de la siguiente fórmula:*

$$\boldsymbol{C = \frac{n_{Sto}\ (mol)}{m_{Ste}\ (Kg)}}$$

Donde:
m: concentración molal, unidades: mol/Kg.
n_{Sto}: moles de soluto.
m_{Ste}: masa del solvente, expresada en kilogramos.

Ejemplo: *Una solución con concentración de 3 mol/Kg indica que hay 3 moles del soluto por cada kilogramo de solvente.*

- ***Fracción molar (X):*** *es la relación entre la cantidad de materia (mol) de cada componente de la solución (soluto y solvente) y la cantidad de materia (mol) total (soluto + solvente). Se expresa de forma adimensional, es decir, sin unidades. Se puede calcular a través de la siguiente fórmula:*

$$\boldsymbol{X = \frac{n_i\ (mol)}{n_T\ (mol)}}$$

Donde:
X: fracción molar.
n_i: moles individuales de cada componente (soluto y/o solvente).
n_T: moles totales. Viene dado por la suma de los moles del soluto + los moles del solvente.

Importante: *Siempre, la suma de las fracciones molares de soluto y solvente es igual a uno (1):*

$$\boldsymbol{X_{Sto} + X_{Ste} = 1}$$

- ***Partes por millón (ppm):*** *es la cantidad de partes que hay en un millón de partes, es decir, la masa de soluto (en gramos) que hay en un millón de gramos (10^6 gramos) de disolución. Se puede calcular a través de la siguiente fórmula:*

$$\boldsymbol{ppm = \frac{m_{Sto}\ (g)}{m_{Sol}\ (g)} x\ 10^6}$$

Donde:
m_{Sto}: masa del soluto, en gramos.
m_{Sol}: masa de la solución, en gramos.

Existe otras fórmulas que permiten determinar la concentración expresada en ppm de una solución, las cuales resultan de varias aproximaciones. Estas fórmulas son:

$$\boldsymbol{ppm = \frac{m_{Sto}\ (mg)}{m_{Sol}\ (Kg)}} \qquad \boldsymbol{y} \qquad \boldsymbol{ppm = \frac{m_{Sto}\ (mg)}{V_{Sol}\ (L)}}$$

A continuación, resolveremos algunos ejercicios a manera de ejemplo:

3. Una solución fue prepara disolviendo 10 g de NaOH en agua hasta un volumen total de 250 mL. Calcule la concentración molar de la solución:

Solución: *Se debe calcular la concentración molar, por lo cual se necesitan los moles del soluto y el volumen de la solución expresada en litros. El ejercicio presenta la cantidad de soluto expresada en gramos (10 g de NaOH), por lo que es necesario calcular los moles de esos 10 g de NaOH haciendo uso de la masa molar del compuesto. Además, el volumen de la solución viene dada en mililitros, por lo que es necesario transformarlos a litros. Realizando lo descrito anteriormente, y sustituyendo los valores correspondientes en la fórmula para el calculo de la concentración, se tiene que:*

a) Transformamos el volumen a litros: 250 mL = 0,25 L.

b) Calculamos los moles del soluto, sabiendo que M (NaOH) = 40 g/mol:

$$n_{Sto} = \frac{masa\ del\ soluto}{Masa\ molar} = \frac{10\ g}{40\ {}^{g}/_{mol}} = 0{,}25\ moles$$

c) Calculamos la concentración molar:

$$C = \frac{n_{Sto}\ (mol)}{V_{Sol}\ (L)} = \frac{0{,}25\ mol}{0{,}25\ L} = \mathbf{1\ {}^{mol}/_{L}}$$

La concentración molar de la solución es de 1 mol/L, lo que significa que hay 1 mol del soluto (NaOH) por cada litro de la solución.

4. ¿Cuál será la concentración expresada en ppm de la solución preparada en el ejercicio anterior?

Solución: *el ejercicio anterior nos entrega como datos la masa del soluto y el volumen de la solución, por lo que es posible calcular la concentración en ppm haciendo uno de fórmula que involucra el volumen de solución para el cálculo.*

a) Transformamos la masa del soluto a miligramos y el volumen de la solución a litros:

Masa de soluto: 10 g = 10.000 mg

Volumen de solución: 250 mL = 0,25 L

b) Calculamos la concentración en ppm:

$$ppm = \frac{m_{Sto}\ (mg)}{V_{Sol}\ (L)} = \frac{10.000\ mg}{0{,}25\ L} = \mathbf{40.000\ ppm}$$

La concentración de la solución es de 40.000 ppm, es decir, hay 40.000 mg de soluto por cada litro de solución.

Dos conceptos importantes que se deben manejar: La dilución y la densidad:

En el estudio de soluciones es necesario comprender dos términos importantes que serán de utilidad. El primero de ellos es ***dilución.*** *La dilución es a acción de diluir, es decir, reducir la concentración de una solución, generalmente por la adición de una mayor cantidad de solvente.*

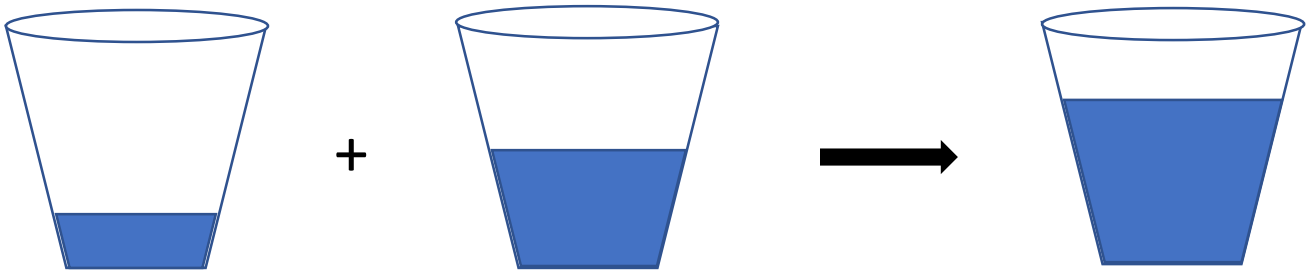
Por otra parte, la densidad de una solución proporciona información que en muchos casos es de gran utilidad para efectos de cálculos. La densidad es una relación entre la masa y e volumen de una sustancia, en el caso de las soluciones, la densidad expresa la masa de solución por unidad de volumen de esta, y viene dada por la siguiente fórmula:

$$d_{Sol} = \frac{m_{Sol}}{V_{Sol}}$$

Mezcla de soluciones:

Las concentraciones no son aditivas, es decir, no se pueden sumar concentraciones de soluciones que se mezclan. Esto se debe a que la concentración de la solución resultante de la mezcla va a depender de la cantidad de soluto que aporte cada una de las soluciones que participan en la mezcla y del volumen total de la nueva solución resultante.

Supongamos que se mezcla una solución A con una solución B para formar una nueva solución C. La concentración de esa nueva solución, independientemente de la unidad de concentración a la que se haga referencia, estará dada por los siguientes planteamientos:



Solución A ***Solución B*** ***Solución C***

- *La cantidad de soluto presente en "C" será:* ***Soluto C = Soluto A + Soluto B.***
- *La cantidad de solución (volumen o masa) en "C" será:* ***Solución C = Solución A + Solución B***
- *La concentración de "C" será la relación (dependiendo de la unidad de concentración) entre la cantidad de soluto presente en C y la cantidad de volumen de C.*