

GUIA DE EJERCICIOS **“SOLUCIONES QUIMICAS”**

”
—

Introducción.

Esta guía abarca los conceptos y tipos de ejercicios fundamentales que constituyen las Soluciones Química. Incluye un ejemplo sencillo que puede ser complementado con la presentación y desarrollo en clase de otros ejercicios de mayor complejidad por parte del profesor. Sin embargo, es fundamental que cada alumno resuelva la totalidad de los ejercicios y problemas que aparecen aquí, respetando la secuencia del contenido.

Cómo usar esta guía.

- Estudie los contenidos que aparecen en esta guía o en cualquier texto de química general, que dedique un capítulo a Soluciones Químicas. Entre otros pueden ser: “Química” de Raymond Chang, “Química” de Maham o de Sienko- Plane, etcétera.
- Resuelva la guía de ejercicios y problemas.
- Es importante que el estudiante busque por su propia cuenta, en la literatura entregada por el profesor, otros ejercicios de mayor complejidad o similares.

Objetivos.

- Identificar los componentes de una Solución Químicas.
- Calcular la concentración de una solución expresada como: porcentaje de masa de soluto en masa de solución (% m/m), porcentaje de masa de soluto en volumen de solución (% m/v), porcentaje de volumen de soluto en volumen de solución (% v/v), Molaridad (M) y partes por millón (ppm).

Las Soluciones Químicas

Las soluciones Químicas son mezclas homogéneas de dos o más componentes entre los que existe interposición molecular. Esto quiere decir, que dos o más sustancias pueden interactuar dispersándose unas en otras a nivel molecular.

Una solución consta de dos partes: una dispersante, llamada **disolvente** y que es la que se encuentra en mayor proporción; y la otra dispersa, llamada **solute** que es la que se encuentra en menor proporción.

Las soluciones pueden existir en fase sólida, líquida o gas, pero generalmente están referidas al líquido que se obtiene al difundir un sólido, líquido o gas en otro líquido.

La forma en que se puede establecer cuantitativamente la proporción de mezcla, se denomina concentración de una solución y se puede expresar de variadas maneras, siendo las más usadas:

- 1.- Porcentaje de masa de soluto en masa de solución, % m/m.
- 2.- Porcentaje de masa de soluto en volumen de solución, % m/v.
- 3.- Porcentaje de volumen de soluto en volumen de solución, % v/v.
- 4.- Molaridad, M.
- 5.- Partes por millón, ppm.

1.- Porcentaje de masa de soluto en masa de solución, % m/m: Representa la cantidad en gramos de soluto que hay en 100 gramos de solución.

$$\% \text{ m/m} = \frac{\text{masa de soluto}}{\text{masa de soluto} + \text{disolvente}} \times 100 \% \quad (1)$$

Ejemplo: Se disuelven 50.0 gramos de alcohol etílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) en 150.0 g de agua. ¿Cuál es el porcentaje en masa de la solución?

Respuesta: De acuerdo a la expresión (1), la relación se completa como sigue:

$$\% \text{ m/m} = \frac{50.0 \text{ g } \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}{(150.0 + 50.0) \text{ g solución}} \times 100 \% = \mathbf{25.0 \%}$$

Finalmente la concentración de la solución: $[c] = \mathbf{25.0 \% \text{ m/m}}$.

Ejercicios:

- 1.1.- Una solución de ácido clorhídrico (HCl) acuosa, tiene una concentración de 37.9 % m/m. ¿Cuántos gramos de esta solución contendrán 5.0 g de ácido clorhídrico?. (Rsta: 13.2 g).
- 1.2.- Se desea preparar una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 19 % m/m, cuyo volumen sea de 100 mL (la densidad de la solución es de 1.09 g/mL). ¿Cuántos gramos de agua y de NaOH se deben usar?. (Rsta: 20.7 g de NaOH y 79.3 g de agua).
- 1.3.- ¿Qué concentración en % m/m tendrá una solución preparada con 20.0 g de NaCl (cloruro de sodio, sal común) y 200.0 g de agua?. (Rsta: 9.09 % m/m).
- 1.4.- Se requieren 30.0 g de glucosa para alimentar a una rata de laboratorio. Si se dispone de una solución de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) al 5.0 % m/m, ¿Cuántos gramos de esta solución serán necesarios para alimentar a las ratas?. (Rsta: 600 g).
- 1.5.- Una solución acuosa es de 35.0 % m/m ¿Cuánta agua hay que agregar a 80.0 g de esta solución para que se transforme en una de 20.0 % m/m?. (Rsta: 60.0 g de agua).

2.- Porcentaje de masa de soluto en volumen de solución, % m/v : Expresa la cantidad en gramos de soluto que hay en 100 mL de solución.

$$\% \text{ m/v} = \frac{\text{masa soluto}}{\text{volumen solución}} \times 100 \% \quad (2)$$

Ejemplo: Se mezcla 30.0 g de Cloruro de potasio (KCl) en agua, formándose una solución de 150 mL. ¿Cuál es la concentración porcentual de masa en volumen de la solución?

Respuesta: De acuerdo a la expresión (2), se debe reemplazar la masa de soluto y el volumen total de la solución obtenida:

$$\% \text{ m/v} = \frac{30.0 \text{ g KCl}}{150 \text{ mL solución}} \times 100 \% = \mathbf{20.0 \%}$$

Finalmente la concentración de la solución: $[c] = \mathbf{20.0 \% \text{ m/v}}$.

Ejercicios:

- 2.1.- Se prepara una solución acuosa con 55.0 g de KNO_3 (nitrato de potasio), disolviendo la sal hasta completar 500 mL de solución. Calcule su concentración en % m/v. (Rsta: 11.0 % m/v).

2.2.- Se obtiene una solución de $[c] = 33.5 \text{ \% m/v}$.

- a) ¿Qué significa $33.5 \text{ \% m/v}$?
- b) ¿Qué densidad posee la solución si 100.0 mL de ella pesan 111.0 g ? (Rsta: 1.11 g/mL).
- c) ¿Cuántos gramos de soluto habrá en 40.0 mL de solución? (Rsta: 44.4 g).
- d) Si se agrega agua a estos 40.0 mL de solución hasta completar 100.0 mL . ¿Cuál será el $\text{\% m/v}$ de la solución resultante?. (Rsta: $13.4 \text{ \% m/v}$).

2.3.- Se mezclan 40.0 mL de una solución de CuSO_4 (sulfato de cobre), cuya concentración es de $67.0 \text{ \% m/v}$, con 60.0 mL de otra solución de la misma naturaleza, cuya concentración es de $25.0 \text{ \% m/v}$. ¿cuál es la concentración de la nueva solución obtenida de la mezcla?. (Rsta: $41.8 \text{ \% m/v}$).

2.4.- Al mezclar 13.5 g de NaOH con 56.8 g de agua se obtiene una solución cuya densidad es de 1.15 g/mL . Determine el $\text{\% m/v}$ de la solución resultante. (Rsta: $22.1 \text{ \% m/v}$).

2.5.- En una reacción química se producen 350 mg de clorhidrato de anilina ($\text{C}_6\text{H}_8\text{NCl}$). Si las aguas madres alcanzan un volumen de 150.0 mL , ¿cuál será la concentración del clorhidrato en la solución resultante de la reacción?. (Rsta: $0.23 \text{ \% m/v}$).

3.- Porcentaje de volumen de soluto en volumen de solución, $\text{\% v/v}$: Expresa los cm^3 o mL de soluto que hay en 100 cm^3 o mL de solución. Se utiliza para determinar la concentración de una solución formada por solutos y disolventes líquidos.

$$\text{\% v/v} = \frac{\text{volumen soluto}}{\text{volumen soluto} + \text{disolvente}} \times 100 \% \quad (3)$$

Ejemplo: Se disuelven 50.0 mL de alcohol etílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) en 150.0 mL de agua. ¿Cuál es el porcentaje en volumen de la solución?

Respuesta: De acuerdo a la expresión (3), la relación se completa como sigue:

$$\text{\% v/v} = \frac{50.0 \text{ mL CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}{(150.0 + 50.0) \text{ mL solución}} \times 100 \% = 25 \%$$

Finalmente la concentración de la solución: $[c] = 25.0 \text{ \% v/v}$.

Ejercicios:

3.1.- Se prepara una solución acuosa con 55.0 mL de metanol (CH_3OH), cuyo volumen total es de 500 mL . Calcule su concentración en $\text{\% v/v}$. (Rsta: $11.0 \text{ \% v/v}$).

3.2.- Se obtiene una solución de $[c] = 33.5 \text{ \% v/v}$.

- a) ¿Qué significa $33.5 \text{ \% v/v}$?
- b) ¿Qué densidad posee la solución si 100.0 mL de ella pesan 111.0 g ? (Rsta: 1.11 g/mL).
- c) ¿Cuántos mL de soluto habrá en 40.0 mL de solución? (Rsta: 13.4 mL).
- d) Si se agrega agua a estos 40.0 mL de solución hasta completar 150.0 mL . ¿Cuál será el $\text{\% v/v}$ de la solución resultante?. (Rsta: $8.93 \text{ \% v/v}$).

3.3.- A partir de una solución acuosa de alcohol etílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) al $65.0 \text{ \% p/p}$, de densidad 1.35 g/mL , se debe preparar otra solución, cuya concentración sea $12.0 \text{ \% v/v}$ del alcohol. Las densidades del agua y

del alcohol etílico son respectivamente 1.00 g/mL y 0.79 g/mL. Determine el volumen de la solución alcohólica de la que se dispone, para obtener 100 mL de la solución deseada. (Rsta: 10.8 mL).

4.- Molaridad, M: Expresa la cantidad de mol de soluto existente por litro de solución. Luego una solución que contiene 1.0 mol de soluto por cada litro de ella, se denomina solución 1.0 molar y se escribe 1.0 M.

$$M = \frac{\text{Moles de soluto}}{\text{Litros de solución}} \quad (4)$$

Ejemplo: Se prepara una solución disolviendo 30.0 g de yoduro de potasio (KI) en agua hasta completar 100 mL (0.100 L) de solución. Determinar la molaridad de la solución.

Respuesta: De acuerdo a la expresión (4) se debe calcular la cantidad de materia o mol de KI que constituyen 30.0 g de la sal. Lo primero es determinar la Masa molecular o Masa molar del KI (M_{KI}), observando la tabla periódica de los elementos químicos:

M_{KI} = masa atómica del K (M_K) + masa atómica del I (M_I)

$$M_{KI} = 39.102 \text{ g/mol} + 126.904 \text{ g/mol} = \mathbf{166.006 \text{ g/mol}}$$

Esto quiere decir que un mol de KI masa 166.006 g. Por lo tanto, para calcular la cantidad de moles que constituyen 30.0 g de KI :

$$n^\circ \text{ moles KI} = \frac{\text{masa KI}}{M_{KI}} = \frac{30.0 \text{ g KI}}{166.006 \text{ g}} = \mathbf{0.181 \text{ mol KI}}$$

Entonces para calcular la molaridad utilizando la expresión (4):

$$M = \frac{0.181 \text{ mol de KI}}{0.100 \text{ L}} = \mathbf{1.81 \text{ M}}$$

Finalmente la concentración molar de la solución es: $[c] = 1.81 \text{ M}$

Ejercicios :

4.1.- ¿Cuál es la concentración molar de una solución de HCl (ácido clorhídrico) que contiene 73.0 g de soluto en 500 cm³ de solución?. Dato: 1.0 cm³ = 1.0 mL. (Rsta: 4.0 M).

4.2.- Calcule el número de mol de soluto en las siguientes soluciones:

- a) 2.5 L de BaCl₂ (cloruro de bario), 2.0 M. (Rsta: 5.0 mol).
- b) 5.0 L de NaI (yoduro de sodio), 0.53 M. (Rsta: 2.65 mol).

4.3.- 3.50 L de una solución, contienen 41.7 g de MgCl₂ (cloruro de magnesio). Calcule la molaridad de esta solución. (Rsta: 0.125 M).

4.4.- Se dispone de dos frascos que contienen respectivamente una disolución 0.75 M de ácido sulfúrico (H₂SO₄) y 3.00 M de ácido sulfúrico, ¿Qué volumen habrá que emplear de c/u sin añadir agua, para obtener 0.120 L de solución 1.5 M. Suponga que hay aditividad de soluciones. (Rsta: 0.08 L y 0.04 L, respectivamente).

4.5.- Se desea preparar 500 mL de solución de ácido clorhídrico (HCl) 0.10 M a partir de un ácido comercial cuya densidad es 1.19 g/mL y su concentración 37.0 %p/p. Calcule el volumen del ácido que necesite para preparar esta solución. (Rsta: 4.17×10^{-3} L).

5.- Partes por millón, ppm: Expresa la cantidad de miligramos (mg) de soluto por litro de solución. Corrientemente, este tipo de expresión de la concentración, se utiliza para soluciones gaseosas en las que se encuentra uno o varios componentes volátiles y/o particulado en suspensión, como polvos y humos.

$$\text{ppm} = \frac{\text{masa en mg de soluto}}{1.0 \text{ L de solución}} \quad (5)$$

Ejemplo: En una habitación de 3.00 m x 3.00 m y una altura de 2.10 m, se detectó la presencia de polvo en suspensión, finamente dividido. Este, al ser aislado, pesó 12.65 g. ¿Cuál era la concentración del polvo en suspensión en ppm?

Respuesta: De acuerdo a la expresión (5), se debe calcular el volumen total de la habitación en litros y determinar la masa de polvo en mg.

Entonces, para el volumen total, Vt:

$$V_t = 3.00 \text{ m} \times 3.00 \text{ m} \times 2.10 \text{ m} = 18.9 \text{ m}^3, \text{ pero } 1.0 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L} = 1.0 \times 10^3 \text{ L}$$

$$\text{Por lo tanto: } V_t = 18.9 \text{ m}^3 (1.0 \times 10^3 \text{ L} / \text{m}^3) = \mathbf{18.9 \times 10^3 \text{ L}}$$

$$\text{Luego, para el polvo: } m = 12.65 \text{ g}, \text{ pero } 1.0 \text{ g} = 1000 \text{ mg} = 1.0 \times 10^3 \text{ mg}$$

$$\text{Por lo tanto: } m = 12.65 \text{ g} (1.0 \times 10^3 \text{ mg/g}) = \mathbf{12.65 \times 10^3 \text{ mg}}$$

Finalmente:

$$\text{ppm} = \frac{12.65 \times 10^3 \text{ mg de polvo}}{18.9 \times 10^3 \text{ L de solución}} = \mathbf{0.67 \text{ ppm}}$$

Ejercicios:

5.1.- ¿Qué significa la expresión 755 ppm?

5.2.- ¿Cómo prepararía 30.0 L de una solución acuosa de arcilla de concentración 500 ppm?
(Rsta: utilizando 15.0 g de arcilla y agregando agua hasta completar 30.0 L).

5.3.- En un análisis atmosférico en el centro de Santiago y al medio día; se encontró, después de aspirar y filtrar (durante una hora), un volumen de 500 mL de aire por segundo, que se retuvo 0.540 kg de finísimo polvo

de carbón, producto de la contaminación ambiental, provocada por los motores de combustión interna.
¿Cuál era la concentración en ppm del centro de la capital a esa hora? (Rsta: 300 ppm).

5.4.- Una suspensión coloidal (solución constituida por un sólido finamente dividido disperso en un líquido), se forma con 1500 mL de agua y un finísimo polvo de carbón (de esta mezcla se produce la Tinta China). Si el análisis demuestra que su concentración es de 550 ppm, ¿cuánto carbón se utilizó para prepararla? (Rsta: 825 mg).

5.5.- Se mezclan dos soluciones nocivas de 555 ppm y 147 ppm de talco en suspensión respectivamente, formando una nueva suspensión con 11.3 m³ de la primera y 23.5 m³ de la segunda. ¿Cuál es la concentración en ppm de la nueva nube de talco? (Rsta: 279 ppm).