



CONCENTRACIÓN

PROFESOR EFRÉN GIRALDO

Formas de concentración

- Las que se emplean con mayor frecuencia suponen el comparar la **cantidad de soluto con la cantidad total de disolución**, o también de **disolvente**, ya sea en términos de **masas**, ya sea en términos de **masa a volumen** o incluso de **volumen a volumen**, si todos los componentes son líquidos.

Medidas de concentración

- La concentración puede expresarse en:
- 1). % de soluto
- 2). gramos por litro
- 3). Partes por millón
- 4). Fracción molar
- 5). Molaridad
- 6). Molalidad
- 7). Normalidad

Manera relativa

- Indica las cantidades de los componentes de una disolución. Implica un cociente de la

$$\text{La manera relativa} = \frac{\text{cantidad de soluto}}{\text{cantidad de disolución}}$$

5 g de sal por 95 de agua

$$\frac{5g \text{ de sal}}{100g \text{ de disolución}}$$

Soluto

Solvente

También como:

La manera relativa = $\frac{\text{cantidad de soluto}}{\text{cantidad de disolvente}}$

- 5 g de sal por 95 de agua $\frac{5g \text{ de sal}}{95g \text{ de agua}}$

Significado de un numerador sobre un denominador

- Recordar que una **relación** o sea un numerador sobre un denominador cuando se realiza expresa la **cantidad que queda en el numerador por cantidad unitaria en el denominador**
- $\frac{5g}{10L} = 0.5\frac{g}{L}$
- Significa que por cada 0.5g hay 1L
- O que a cada 0.5 g le corresponde 1L
- 0.5 gramos por Litro. En cada litro hay un gramo
- O sea, que basta tener la cantidad del numerador sobre la cantidad del denominador, hacer la correspondiente división y da la cantidad en el numerador por cantidad unitaria del denominador



1). Porcentajes de soluto %

- Siempre que se exprese %, obviamente que la base es 100, o sea, 100 cc o 100 g de solución, o 100 cc o 100 g de disolvente según el caso.
- Existen tres tipos de porcentajes, que se definen del siguiente modo:

p= peso v= volumen

a). % en peso (p/p)

b). % en volumen (v/v)

c). % de peso a volumen (p/v)





a). % en peso (p/p=peso a peso)

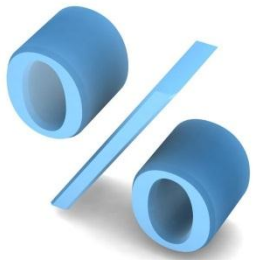
- Expresa el **peso en gramos de soluto** disuelto por cada **cien gramos de disolución.**

$$\% \text{ en peso} = \frac{\text{peso de soluto}}{\text{peso de disolución}} \times 100$$

- Siendo la masa de la disolución la suma de la del soluto y la del disolvente.
- **Su cálculo requiere considerar separadamente la masa del soluto y la del disolvente.**
- Se pesan 40 g de H_2SO_4 y en la misma balanza se agrega agua hasta completar 100 de solución (agua + H_2SO_4) se tienen 40 g de ácido y 60 g de agua

- Se mezclan 5,00 g de cloruro de hidrógeno (HCl) con 35,00 g de agua.
- Calcular: a) El tanto por ciento en peso.
- Una manera es hallar primero la relación unitaria y luego multiplicar por 100

- Peso soluto= 5g HCl
- Peso disolución= 5+35= 40g
- $\frac{5}{40} * 100 = 12.5\%$ de HCl
- Significa que hay 12.5 gramos de HCl en 100 gramos de disolución(HCl+ H_2O)
- 12.5 g HCl + 87.5 g de H_2O



b). % en volumen (v/v)

$$\% \text{ en volumen} = \frac{\text{volumen de soluto}}{\text{volumen de disolución}} \times 100$$

- Siendo el volumen de la disolución la suma del volumen del soluto y del disolvente.
- H_2SO_4 al 40% (volumen) significa:
- Hay 40 cc de H_2SO_4 en 100 de *solución* (H_2SO_4 + agua)
- Hay 40 cc de H_2SO_4 + 60cc H_2O
- Se **miden 40cc** de H_2SO_4 y se les agrega agua hasta completar 100cc



c). % peso a volumen (p/v)

$$\% \text{ en peso a volumen} = \frac{\text{peso de soluto (g)}}{\text{volumen de disolución (ml)}} \times 100$$

- H_2SO_4 al 40% (peso a volumen)
- 40 g de H_2SO_4 en 100 cc de solución (H_2SO_4 + agua)
- **Se pesan 40 g** de H_2SO_4 se le agrega agua hasta completar 100cc de solución(H_2SO_4 + agua)

- Con el % se puede hallar la cantidad de soluto en un volumen de una solución dada, multiplicando el volumen de la solución por el % y dividiendo entre 100
- Cantidad de NaCl en 1500 cc (1,5 L) de solución al 5%(p/v)
- $1500 * \frac{5}{100} = 75$ g de NaCl en 1500cc de solución o lo que es lo mismo en 1.5L de solución
- 1L= 1000cc
- $1500cc \frac{1L}{1000cc} = 1.5L$



De base 100 a base 1000

- Similar, con el % se puede pasar a base no ya de cien sino de mil, multiplicando por 10
- Solución de NaCl al 7%(p/v), pasar a base 1000
- $7 * 10 = 70$ o sea que en 1000 cc de solución se tienen 70 g de NaCl



2). Gramos por litro

- Indica la masa en gramos que hay disuelta en 1 litro de solución o disolución

$$\text{concentración en g/l} = \frac{\text{gramos de soluto}}{\text{litros de disolución}}$$

- Se pesa pe. 50 g de NaCl y se les agrega agua hasta completar 1 L

3). Partes por millón (ppm). (p/p)

Es un término muy adecuado para referirse a concentraciones de disoluciones muy diluidas.

Representa las partes de soluto en un millón de partes de solución.

Se define como el número de mg de soluto por cada kg de disolución:

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg de soluto}}{\text{kg de disolución}}$$

5ppm= en 1kg de solución(agua + soluto) hay 5mg de soluto

En un millón de partes de solución hay 5 de soluto.

4). Fracción molar (x_i).

- La fracción molar X_i del componente i es el **número de moles de componente i dividido por el número de moles total de la disolución**. Para un número i de componentes.
- El # de moles totales de la solución es la suma de las moles de cada componente ($n_1 + n_2 + n_3 \dots 0$)

$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + \dots + n_j}, \dots, x_i = \frac{n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_j}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + \dots = 1$$

- La sumas de todas las fracciones molares =1

- Si se dan gramos hay que convertir primero a moles
- Se tiene una solución de H_2SO_4 al 40% (peso/volumen)
- Calcular la fracción molar de soluto y disolvente
- H_2SO_4 al 40% (peso/volumen) significa que en 100 cc de solución hay 40g de H_2SO_4 y 60 de agua(densidad agua =1)
- 1mol de $H_2SO_4 = 98 \text{ g } H_2SO_4$
- $40/98=0.41 \text{ mol de } H_2SO_4 = n_1$ $60/18=3.3 \text{ mol agua} = n_2$
- Moles totales de la solución= $0.41+ 3.3$
- $X_1 = \frac{n_1}{n_1+n_2} = \frac{0.41}{0.41+3.3} = 0.11$ $X_2= 1-0.11 =0.89$

5).Molaridad (M).

- Es una manera muy usada de expresar la concentración de las disoluciones en química.
- Indica el número de moles de soluto que hay en 1 L de disolución:

$$M = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{litros de disolución}}$$

- Una disolución 1 M contendrá un mol de soluto por un litro de solución
- Una 0,5 M contendrá medio mol de soluto por litro de solución.
- Si se tienen gramos, el cálculo de la molaridad se efectúa determinando primero el número de moles y dividiendo luego por el volumen total en litros:
- PM de NaCl = 58.5g
- Se tiene 10 g de sal en 1L de solución, cuál es M?
- # de moles de NaCl = $m(\text{g})/\text{PM}$
- $(10/58.5) = 0.17\text{M}$
- Molaridad = $0.17/1\text{L} = 0.17\text{M}$

$$\text{Molaridad} = \frac{\# \text{ g soluto} / \text{PM}}{\# \text{ litros de solución}}$$

- En 1L de solución de de $Al(OH)_3$ hay 234 g de $Al(OH)_3$ Calcular la Molaridad M?
- PM de $Al(OH)_3 = 78$
- Moles $Al(OH)_3$ $n = 234/78 = 3$ moles
- Molaridad = $\frac{3mol}{1L} = 3M$

- Calcular la concentración en **g/L** de una solución al 40% de $Al(OH)_3$ (peso/volumen)

$$\text{concentración en g/l} = \frac{\text{gramos de soluto}}{\text{litros de disolución}}$$

- En 100mL de solución hay 40 g de $Al(OH)_3$
- Se trata de averiguar la cantidad de g de $Al(OH)_3$ que hay en 1000mL (1L) de solución usando el 40%. Está en base 100 se pasa a base 1000 multiplicando por 10 $40 * 10 = 400$ g de soluto en 1000 de solución
- Por tanto 400g/L

- Se tiene una solución de H_2SO_4 al 50% (peso/volumen), calcular la molaridad M?

Se trata de averiguar la cantidad de gramos de soluto que hay en 1L de solución (1000cc) partiendo del % (40%)

$50 \times 10 = 500$ g de ácido en 1 L de solución

Moles de H_2SO_4 en 400g=

$(400/98) = 4.08$ moles de H_2SO_4 en 1L 4.08 M

- Molaridad = $\frac{\# \text{ g soluto/PM}}{\# \text{ litros de solución}} = \frac{400/98}{0.1L} = 4.08M$, la solución es

4.08 Molar, o sea que en 1L de solución hay 4.08 moles de H_2SO_4 .

- Se mezclan 5,00 g de HCl con 35,00 g de agua, formándose una disolución (p/p) cuya densidad a 20 °C es de 1,060 g/cc.
- Calcular: a) El tanto por ciento en peso. b) La concentración en gramos por litro. c) La molaridad

Se trata de llevarlo a una base de 100 g usando la fórmula del % (p/p),

$$\% \text{ en peso} = \frac{\text{peso de soluto}}{\text{peso de disolución}} \times 100$$

- Se averigua el peso de soluto
- Se averigua el peso de la disolución
- Peso soluto= 5g HCl Peso del solvente agua= 35g
- Peso disolución= peso de soluto + peso solvente =5+35= 40g
- $\frac{5}{40} * 100 = 12.5\%$ de HCl
- Significa que hay 12.5 gramos de HCl en 100 gramos de disolución(HCl+H₂O)
- Se pasa de base 100 a mil 12,5 * 10 = 125
- 125 g por 1000 g de solución

- La concentración en g/L

$$\text{concentración en g/l} = \frac{\text{gramos de soluto}}{\text{litros de disolución}}$$

- Se trata de averiguar cuantos g de soluto(HCl) hay en 1000cc=1L de solución(HCl+ agua) a partir del 12% en peso
- Como se trata de llegar a un volumen (1000cc=1L) se pasa de gramos a volumen por medio de la densidad
- 1000 g de la solución ocupan un volumen de
- $\rho = \frac{m}{vol} \quad vol = \frac{m}{\rho} = \frac{1000}{1.060} = 943.4\text{cc} \longrightarrow 0.9434\text{L}$
- 943.4cc solución (0.9434L) tienen 120g de HCl
- $\frac{125}{0.9434\text{L}} = 132,5 \text{ g/L}$

- La Molaridad M

- $$\text{Molaridad} = \frac{\# \text{ g soluto} / \text{PM}}{\# \text{ litros de solución}}$$

- Se trata de averiguar cuántas moles de HCl hay en 1L de solución PM HCl= 36.5g

- $$\text{Molaridad} = \frac{132,5 / 36.5}{1L} = 3.6M$$

6). Molalidad (m). (n/kg)

- Indica el número de moles de soluto disuelto en cada kilogramo de **disolvente**.
- Se define como el número de moles de soluto que hay en 1 kg de **disolvente**:

$$m = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{kg de disolvente}}$$

$$\frac{\#g \text{ de soluto} / PM}{kg \text{ de disolvente}}$$

- En la solución anterior se tiene 1000 g de solución y 125 g de HCl
- Por tanto se tendrá $1000 - 125 = 875$ g de agua
- La molalidad = $3,6 \text{ Moles} / 0,875 \text{ k de agua}$
= 4,11 m

7). Normalidad (N)

- Es el número de equivalentes de soluto que hay en 1 L de disolución:

$$N = \frac{\text{equivalentes de soluto}}{\text{litros de disolución}}$$

$$n^{\circ} \text{ equiv} = \frac{\text{masa (g)}}{\text{PE}}$$

- El peso equivalente es aquel peso que se combina con, o que sustituye a, una parte de hidrógeno en peso.

Por ejemplo, al formarse cloruro de hidrógeno (HCl), 35.5 gramos de cloro se combinan con 1 gramo de hidrógeno y por lo tanto, el peso equivalente del cloro es 35.5;

En la formación del compuesto agua (H₂O), 16 gramos de oxígeno se combinan con 2 gramos de hidrógeno, y por lo tanto, el peso equivalente del oxígeno es 8.

- Los pesos atómicos están relacionados con los pesos equivalentes mediante la valencia del elemento, de la siguiente forma:

$$\text{Peso atómico} = \text{Peso equivalente} \times \text{Valencia}$$

- Para los compuestos existe una relación análoga entre el peso molecular y el peso equivalente.
- Si sustituimos estas fórmulas, obtendremos que:

$$N = M \times \text{Valencia}$$

- Los pesos equivalentes pueden calcularse a partir de las masas molares, si sabemos en qué reacción participa la sustancia.
- El ácido sulfúrico tiene un peso molecular de 98 y se descompone en 2 moles de iones de hidrógeno por mol de ácido sulfúrico, $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^{1+} + \text{SO}_4^{2-}$
- El peso equivalente para este caso es $98/2 = 49$,
- Ahora si este mismo ácido reaccione formando una sola mol de H^+ $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}^{1+} + \text{HSO}_4^{1-}$, el # de moles de iones H^+ generados por cada mol de ácido sulfúrico es sólo uno, por lo tanto su peso equivalente será $98/1 = 98$.

- El [permanganato de potasio](#) tiene una masa molar de 158, y en medio ácido reacciona con cinco moles de electrones por mol de permanganato de potasio, así que su peso equivalente es $158/5 = 31,6$.
- Sin embargo, en medio alcalino puede generar el ión MnO_4^{1-} en cuyo caso sólo reacciona con un mol de electrones y por tanto su peso equivalente es $158 / 1 = 158$
- En medio neutro o levemente alcalino puede producir MnO_2 , en cuyo caso reacciona con 3 moles de electrones y su peso equivalente es $158 / 3 = 56,3$

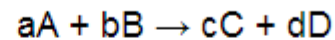
	Mg	+	H ₂	→	MgH ₂
Relación en masa	24 g		2 g		26 g
# Eq-g	2 Eq-g		2Eq-g		2Eq-g

$$\frac{W_{Mg}}{PE(Mg)} = \frac{W_{H_2}}{PE(H_2)} = \frac{W_{MgH_2}}{PE(MgH_2)}$$

$$\# \text{ Eq-g (Mg)} = \# \text{ Eq-g (H}_2) = \# \text{ Eq-g (MgH}_2)$$

- <http://www.fullquimica.com/2012/06/ley-del-equivalente-quimico.html>

Generalicemos la ley del equivalente químico. Sea la reacción:



Se cumple que:

$$\# \text{Eq-g (A)} = \# \text{Eq-g (B)} = \# \text{Eq-g (C)} = \# \text{Eq-g (D)}$$

$$\frac{W_A}{PE(A)} = \frac{W_B}{PE(B)} = \frac{W_C}{PE(C)} = \frac{W_D}{PE(D)}$$

- Establece que en una reacción química la masa de las sustancias que reaccionan y la masa de las sustancias producidas son proporcionales a sus respectivos pesos equivalentes, es decir, se consumen y se forman con igual número de equivalente-gramo.