

Ejemplo 4.- Preparar 100 ml de una solución de cloruro de calcio (CaCl_2) 0.1 M

Solución:

a) Cálculo del peso molecular.

	P.at	Nº de at por molec.	=	
Ca	40.08%	1	=	40.08%
Cl	35.50%	2	=	71.00%
				<u>P.M = 111.08%</u> = 1 Mol

b) Cálculo del número de gramos de la sal que equivalen a 0.1 moles.

$$\text{Si } 111.08\% \text{ ————— } 1 \text{ Mol}$$

$$x\% \text{ ————— } 0.1 \text{ Moleles} \quad x = \frac{(111.08\%) (0.1 \text{ Mol})}{(1 \text{ Mol})}$$

$$x = 11.108\%$$

c) Conversión para conocer los gramos que se necesitan para solo 100 ml.

$$\text{Si } 11.108\% \text{ ————— } 1000 \text{ ml}$$

$$x\% \text{ ————— } 100 \text{ ml} \quad x = \frac{(11.108\%) (100 \text{ ml})}{(1000 \text{ ml})}$$

$$x = 1.11\%$$

d) Disolver los 1.11 gr de la sal en un matríz de aforación de 100 ml y luego — aforar hasta 100 ml.

Solución preparada.

NORMALIDAD (N).- La normalidad se define como el número de pesos equivalentes de soluto disueltos en un litro de solución. Se expresa con una "N" (mayúscula):

$$\text{NORMALIDAD (N)} = \frac{\text{No. de pesos equivalentes de soluto}}{\text{litro de solución}}$$

La definición de normalidad presenta un nuevo concepto, el de "peso equivalente". El peso equivalente de una sustancia puede ser definido como el número de gramos necesarios para combinarse o desplazar a 1 gr de hidrógeno u 8 gr de oxígeno, y puede calcularse dividiendo el peso molecular de la sustancia entre el estado de oxidación de la molécula:

(8)

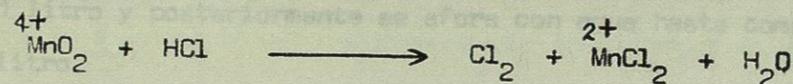
$$\text{Peso Equivalente (P. Eq.)} = \frac{\text{Peso Molecular}}{\text{Estado de Oxidación}}$$

El "estado de oxidación" es igual al número total de valencias positivas (o negativas) de la molécula. Por ejemplo:

Compuesto	Edo. de oxidación	Peso molecular	Peso Equivalente
HCl	+1	36.5%	$\frac{36.5}{1} = 36.5\%$
BaCl ₂	+2	208.34%	$\frac{208.34}{2} = 104.17\%$
AlCl ₃	+3	133.48%	$\frac{133.48}{3} = 44.49\%$
Mg(OH) ₂	+2	58.31%	$\frac{58.31}{2} = 29.1\%$
Na ₂ SO ₄	+2	142.0%	$\frac{142}{2} = 71.0\%$
Ca ₃ (PO ₄) ₂	+6	310.24%	$\frac{310.24}{6} = 51.71\%$

El peso equivalente de un elemento es igual a su peso atómico dividido entre su valencia.

En el caso de reacciones de Oxido-Reducción, el peso equivalente de un elemento se obtiene dividiendo su peso atómico entre el cambio de valencia del elemento en la reacción. Por ejemplo:

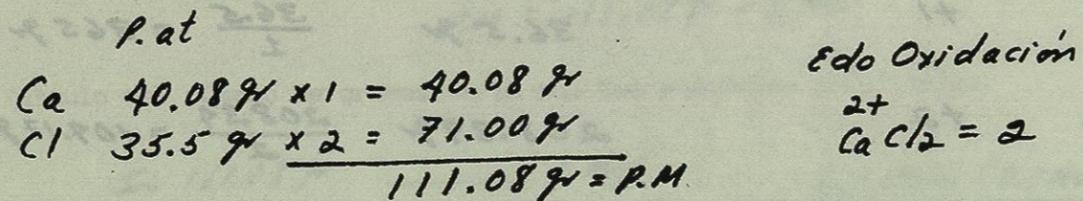


el peso equivalente del manganeso (Mn) es:

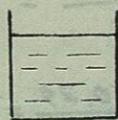
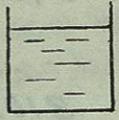
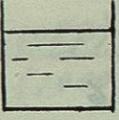
$$\text{Peso Equivalente} = \frac{\text{Peso Atómico}}{\text{Cambio de Valencia}} = \frac{54.94}{2} = 27.47 \text{ gr}$$

(9)

Una vez entendido el concepto de peso equivalente podemos regresar a la definición: $N = \text{No. de P. Eq./Lt. de solución}$. Esto significa que si disolvemos en agua un peso equivalente de una sustancia tendremos una solución de una concentración 1 normal (1 N), si disolvemos 2 pesos equivalentes será una solución 2 N, si disolvemos 0.5 pesos equivalentes será 0.5 N. y así sucesivamente. Por ejemplo, para el cloruro de calcio (CaCl_2):



$$\text{Peso Eq} = \frac{111.08 \text{ g}}{2} = 55.54 \text{ g}$$

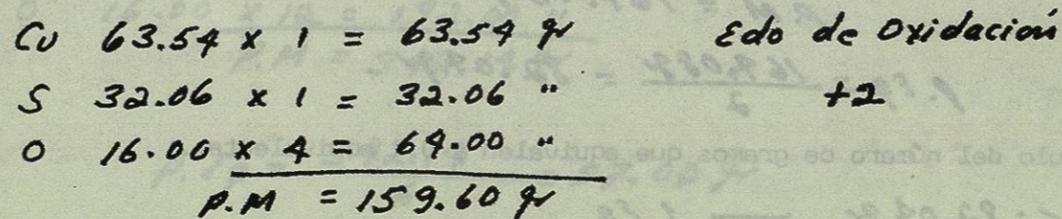
		
0.5 N	1 N	2 N
0.5 Eq/lit	1 Eq/lit	2 Eq/lit
27.77 g/lit	55.54 g/lit	111.08 g/lit

Cuando se desea preparar un litro de solución a una cierta normalidad el cálculo de la cantidad de soluto que se requiere es simple y puede efectuarse - - también mediante una "regla de tres simple". Veamos los ejemplos siguientes.

Ejemplo 5.- Preparar un litro de una solución de sulfato de cobre II (CuSO_4) 0.02 N

Solución:

a) Cálculo del Peso Equivalente



$$\text{P. Eq} = \frac{\text{P.M.}}{\text{Edo. Oxid.}} = \frac{159.60 \text{ g}}{2} = 79.8 \text{ g}$$

b) Cálculo del número de gramos que equivalen a 0.02 equivalentes.

$$\begin{aligned} \text{Si } 79.8 \text{ g} & \text{ --- } 1 \text{ Eq} \\ x \text{ g} & \text{ --- } 0.02 \text{ Eq} \\ x & = \frac{(79.8 \text{ g})(0.02 \text{ Eq})}{(1 \text{ Eq})} \\ x & = 1.596 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{Cada } 1.596 \text{ g} = 0.02 \text{ Eq}$$

c) Preparación de la solución.

Se disuelven los 1.596 gr de la sal en agua en un matraz de aforación de 1 litro y posteriormente se afora con agua hasta completar el volumen de un litro.

Solución preparada.

Ejemplo 6.- Preparar 1 litro de una solución de nitrato de calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) 0.1 N

Solución:

a) Cálculo del Peso Equivalente.

$$\begin{array}{r}
 \text{Ca } 40.08 \text{ gr} \times 1 = 40.08 \text{ gr} \\
 \text{N } 14.0 \text{ gr} \times 2 = 28.0 \text{ gr} \\
 \text{O } 16.0 \text{ gr} \times 6 = 96.0 \text{ gr} \\
 \hline
 \text{P.M.} = 164.08 \text{ gr} \\
 \text{P.Eg} = \frac{164.08 \text{ gr}}{2} = 82.04 \text{ gr}
 \end{array}$$

Eda. de Oxidación
+2

b) Cálculo del número de gramos que equivalen a 0.1 equivalentes.

$$\begin{array}{r}
 \text{Si } 82.04 \text{ gr} \text{ --- } 1 \text{ Eq} \\
 \text{X gr} \text{ --- } 0.1 \text{ Eq} \\
 \hline
 \text{X} = \frac{(82.04 \text{ gr})(0.1 \text{ Eq})}{1 \text{ Eq}} \\
 \text{X} = 8.204 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\therefore \text{Cada } 8.204 \text{ gr} = 0.1 \text{ Eq.}$$

c) Preparación de la solución

Se disuelven los 8.204 gr de la sal en un matraz de aforación de 1 litro y posteriormente se afora con agua hasta un litro.

Solución preparada.

Cuando la cantidad de solución que se desea preparar no es un litro (usualmente es menor) se puede proceder de la siguiente manera:

A.- Se calcula el número de gramos que equivalen a la normalidad pedida o deseada como si fuera para un volumen de un litro (idéntico como en los ejemplos 5 y 6).

B.- Se efectúa la conversión (también mediante una "regla de tres simple") de la cantidad de gramos para el volumen de solución que se pide o se desea.

Ejemplo 7.- Preparar 50 ml de una solución de sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) 0.4 N

Solución: Parte A

a) Cálculo del Peso Equivalente

$$\begin{array}{r}
 \text{Al } 26.98 \times 2 = 53.96 \text{ gr} \\
 \text{S } 32.06 \times 3 = 96.18 \text{ gr} \\
 \text{O } 16.00 \times 12 = 192.00 \text{ gr} \\
 \hline
 \text{P.M.} = 342.14 \text{ gr}
 \end{array}$$

Edo. de Oxidación
+6

$$\text{P.Eg} = \frac{342.14}{6} = 57.02 \text{ gr}$$

b) Cálculo del número de gramos de la sal que equivalen a 0.4 equivalentes.

$$\begin{array}{r}
 \text{Si } 57.02 \text{ gr} \text{ --- } 1 \text{ Eq} \\
 \text{X gr} \text{ --- } 0.4 \text{ Eq} \\
 \hline
 \text{X} = \frac{(57.02 \text{ gr})(0.4 \text{ Eq})}{1 \text{ Eq}} \\
 \text{X} = 22.8 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\therefore \text{Cada } 22.8 \text{ gr} = 0.4 \text{ Eq.}$$

Si quisiéramos preparar un litro de solución lo único que faltaría sería disolver los 22.8 gr de la sal y aforar hasta un litro, pero como se desean preparar solamente 50 ml debemos proceder a la parte B;

c) Conversión a los gramos que se necesitan para solo 50 ml.

$$\begin{array}{r}
 \text{Si } 22.8 \text{ gr} \text{ --- } 1000 \text{ ml} \\
 \text{X gr} \text{ --- } 50 \text{ ml} \\
 \hline
 \text{X} = \frac{(22.8 \text{ gr})(50 \text{ ml})}{(1000 \text{ ml})} \\
 \text{X} = 1.14 \text{ gr}
 \end{array}$$