

5. Mol y Masa Molar

5.1 Concepto de Mol

Mol

Es el número de átomos contenidos en el peso atómico de cualquier elemento o molécula, cuando este se mida en gramos.

El átomo es una partícula diminuta y su masa es demasiado pequeña para medirse en una balanza común. Ahora se conocen las masas “promedio” de los átomos, así se pudo definir una unidad que represente un mayor número de átomos, se ha escogido el **mol** como unidad para contar dichas partículas.

De acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (**SI**), el **mol** es la cantidad de una sustancia que contiene tantas entidades elementales (átomos, moléculas u otras partículas) como átomos hay en 12 g de carbono.

El número representado por 1 mol, 6.022×10^{23} , se llama número de **Avogadro**.

“Si 10 000 personas empezaran a contar ese número y cada una contara a velocidad de 100 números por minuto al día. Se tardarían más de 1 billón de años (10^{12}) en contar el número total.”

La **masa molar** es la suma de las masas atómicas de todos los átomos de un elemento o compuesto. La masa molar también se aplica a la masa de un mol de cualquier unidad formular.

La **relación entre molécula y mol** radica en que una molécula es la unidad mínima de una sustancia molecular, y un mol es el número de Avogadro de moléculas de esa sustancia.

$$1 \text{ mol} = \begin{cases} 6.022 \times 10^{23} \text{ moléculas} \\ 6.022 \times 10^{23} \text{ átomos} \\ 6.022 \times 10^{23} \text{ iones} \end{cases}$$

Otras relaciones del mol son:

$$\text{Masa molar} = \frac{\text{g de una sustancia}}{\text{cant. de moles de una sustancia}}$$

$$\text{Masa molar} = \frac{\text{g de un elemento}}{\text{cant. de moles del elemento}}$$

$$\text{Núm. de moles} = \frac{\text{cantidad de moléculas}}{6.022 \times 10^{23} \text{ moléculas/mol}}$$

En resumen:

- La masa atómica expresada en gramos es la *masa molar* de un elemento. La masa es diferente para cada elemento.
- Un mol de cualquier elemento contiene el número de Avogadro de átomos.
1 mol de átomos = 6.022×10^{23} átomos

Se pueden usar estas relaciones para hacer la conversión entre número de átomos, masa y moles, como se muestra en los siguientes ejemplos:

Ejemplo 5.1

¿Cuántos moles de hierro representan 25 g de hierro (Fe)?

Necesitamos convertir g de Fe en moles de Fe.

Buscamos la masa atómica del Fe en la tabla periódica y es de 56.

Usamos el factor de conversión apropiado para obtener moles:

g de Fe $\rightarrow$ moles de Fe (g de Fe)

$$(25 \text{ g de Fe}) \left(\frac{1 \text{ mol de Fe}}{56 \text{ g de Fe}} \right) = 0.446 \text{ mol de Fe}$$

Nota

La operación realizada es $(25 \times 1) \div 56$

Ejemplo 5.2

¿Cuántos átomos de magnesio hay en 5 g de Mg?

Necesitamos convertir g de Mg en átomos de Mg: g de Mg $\rightarrow$ átomos de Mg

La solución es encontrar la masa atómica del Mg que es 24.3

Convertir los g de Mg en moles de Mg y luego en átomos de Mg.

En cada paso usamos factores de conversión.

g de Mg $\rightarrow$ moles de Mg $\rightarrow$ átomos de Mg

$$(5 \text{ g de Mg}) \left(\frac{1 \text{ mol de Mg}}{24.3 \text{ g de Mg}} \right) \left(\frac{6.022 \times 10^{23} \text{ átomos de Mg}}{1 \text{ mol de Mg}} \right) = 1.24 \times 10^{23} \text{ Átomos de Mg}$$

Ejemplo 5.3

¿Cuál es la masa, en gramos, de un átomo de carbono?

La masa molar del C es 12 g.

Primero establecemos un factor de conversión entre masa molar y átomos:

Átomos de C → g de C

$$(1 \text{ átomo de C}) \left(\frac{12 \text{ g de C}}{6.022 \times 10^{23} \text{ átomos de C}} \right) = 1.99 \times 10^{-23} \text{ g C}$$

Ejemplo 5.4

¿Cuál es la masa de 3×10^{23} átomos de sodio?

Utilizaremos la masa molar del Na (23 g) y un factor de conversión entre masa molar y átomos:

Átomos de Na → g de Na

$$(3 \times 10^{23} \text{ átomos de Na}) \left(\frac{23 \text{ g de Na}}{6.022 \times 10^{23} \text{ átomos de Na}} \right) = 11.5 \text{ g de Na}$$

Ejemplo 5.4

¿Cuál es la masa de 0.252 moles de cobre?

Utilizaremos la masa molar del Cu (63.5 g) y un factor de conversión entre masa molar y moles:

moles de Cu → g de Cu

$$(0.252 \text{ mol de Cu}) \left(\frac{63.5 \text{ g de Cu}}{1 \text{ mol de Cu}} \right) = 16 \text{ g de Cu}$$

5.2 Cálculo de masas molares

Masa molar de los compuestos.

Un mol de un compuesto contiene el número de Avogadro de unidades fórmula.

Los términos, peso molecular, masa molecular, peso fórmula y masa fórmula se han usado para referirse a la masa de 1 mol de un compuesto.

El término de masa molar es más amplio pues se puede aplicar para todo tipo de compuestos.

A partir de la fórmula de un compuesto, podemos determinar la masa molar sumando las masas atómicas de todos los átomos de la fórmula. Si hay más de un átomo de cualquier elemento, su masa debe sumarse tantas veces como aparezca en el compuesto.

Ejemplo 5.5

Calcule la masa molar de los siguientes compuestos.

KOH (hidróxido de potasio)

K	1 x 39.10 =	39.10
O	1 x 16.00 =	+16.00
H	1 x 1.01 =	<u>1.01</u>
		56.11 g/mol

Ejemplo 5.6

$\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$ (sulfato de cobre II)

Cu	3 x 63.55 =	190.65
P	2 x 30.97 =	+ 61.04
O	8 x 16 =	<u>128.00</u>
		379.69 g/mol

Ejemplo 5.7

$\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$ (sulfito de aluminio)

Al	2 x 26.98 =	53.96
S	3 x 32.06 =	+ 96.18
O	9 x 16 =	<u>144.00</u>
		294.14 g/mol

En el caso de los compuestos también podemos establecer una relación entre moles, moléculas y masa molar.

Ejemplo 5.8

¿Cuántas moles de NaOH (hidróxido de sodio) hay en 1000 g de esta sustancia?

En primer lugar debemos calcular la masa molar del NaOH

Na	1 x 22.99 =	22.99
O	1 x 16.00 =	+ 16.00
H	1 x 1.01 =	<u>1.01</u>
		40.00 g/mol

La secuencia de conversión sería:

$$1000 \text{ g NaOH} \left(\frac{1 \text{ mol}}{40.00 \text{ g NaOH}} \right) = 25.0 \text{ mol NaOH}$$

Ejemplo 5.9

¿Cuál es la masa de 5.00 moles de agua?

Calculamos la masa molar del H₂O.

H	2 x 1.01 =	2.02
O	1 x 16 =	<u>+ 16</u>
		18.02 g/mol

La secuencia de conversión sería:

$$5.00 \text{ mol H}_2\text{O} \left(\frac{18.02 \text{ g}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \right) = 90.1 \text{ g H}_2\text{O}$$

Ejemplo 5.10

¿Cuántas moléculas de HCl (cloruro de hidrógeno) hay en 25 g?

Calculamos la masa molar del HCl.

H	1 x 1.01 =	1.01
Cl	1 x 35.45 =	<u>+35.45</u>
		36.46 g/mol

La secuencia de conversión sería:

$$25.0 \text{ g HCl} \left(\frac{6.022 \times 10^{23} \text{ moléculas}}{36.46 \text{ g HCl}} \right) = 4.13 \times 10^{23} \text{ moléculas HCl}$$