

APUNTES DE CANTIDAD DE SUSTANCIA

Como se ha visto en clase, la cantidad de sustancia da cuenta de cuántas partículas tiene una determinada muestra de un elemento o compuesto químico. Sería impensable medir la cantidad de partículas existentes sin el uso de esta magnitud. La cantidad de sustancia se mide en una unidad llamada mol. Una de las definiciones de mol es la siguiente:

“Un mol es el número de partículas contenidas en 12 gramos del isótopo de Carbono 12”.

Esto significa que en 12 gramos de carbono existe exactamente 1 mol de cantidad de sustancia. Se dice que un mol es el número de partículas contenidas en 12 gramos de carbono 12, pero ¿cuál es exactamente ese número? Pues bien, ese número es la constante de Avogadro:

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Para calcular la cantidad de sustancia tenemos dos relaciones fundamentales:

$$n = \frac{m}{M}$$

En esta expresión, n es la cantidad de sustancia (medida en mol), m es la masa de sustancia (medida en gramos) y M es la masa molar (medida en gramos/mol).

$$n = \frac{N}{N_A}$$

En esta expresión, n es la cantidad de sustancia (medida en mol), N es el número de entidades fundamentales (son átomos, moléculas o iones, dependiendo de la sustancia que estemos estudiando) y N_A es la constante de Avogadro nombrada anteriormente.

Veamos algunos ejemplos de cálculo para tres tipos diferentes de sustancia.

EJEMPLOS

- Sustancia covalente (moléculas)

Supongamos que tenemos una muestra de 80 gramos de CO_2 en un recipiente. ¿Cuántas moléculas de este gas tenemos? ¿Cuántos átomos de cada elemento existen en la muestra?

Para dar respuesta a estas preguntas tenemos que calcular, en primer lugar, la cantidad de sustancia. Para empezar tenemos que consultar las masas molares de cada uno de los elementos que forman el gas:

$$M(C) = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(O) = 16 \text{ g/mol}$$

Usando estos datos podemos calcular la masa molar del CO_2 . Tenemos en cuenta que en este compuesto existe un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno. Entonces:

$$M(CO_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ g/mol}$$

Ahora podemos calcular la cantidad de sustancia:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{80}{44} = 1,82 \text{ mol } CO_2$$

Como las entidades fundamentales en este caso son las moléculas, tenemos:

$$N = n \cdot N_A = 1,82 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,1 \cdot 10^{24} \text{ moléculas } CO_2$$

Para calcular el número de átomos de cada elemento tenemos que tener en cuenta que en cada molécula de CO_2 tenemos 1 átomo de carbono y 2 átomos de oxígeno. Entonces:

$$\text{Átomos de carbono} = 1,1 \cdot 10^{24} \text{ átomos } C$$

$$\text{Átomos de oxígeno} = 2 \cdot 1,1 \cdot 10^{24} = 2,2 \cdot 10^{24} \text{ átomos } O$$

- Metal

En este caso vamos a suponer que tenemos 80 gramos de aluminio. ¿Cuántos átomos de este metal tenemos? Es importante señalar que en este caso las entidades fundamentales, N , no son moléculas, sino átomos.

Comenzamos por consultar la masa molar del aluminio:

$$M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$$

Entonces:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{80}{27} = 2,96 \text{ mol Al}$$

Con la cantidad de sustancia podemos calcular los átomos existentes en la muestra:

$$N = n \cdot N_A = 2,96 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,78 \cdot 10^{24} \text{ átomos Al}$$

- Sustancia iónica

En este caso las unidades fundamentales son los iones que forman la red cristalina. Veamos cuántos iones de sodio y cloro existen en 80 gramos de NaCl. Es muy importante recordar que esta fórmula expresa la proporción de iones de sodio e iones de cloro existentes: por cada ion de sodio existe un ion de cloro.

En primer lugar consultamos las masas molares de cada elemento:

$$M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$$

Entonces: $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g/mol}$

Calculamos la cantidad de sustancia:

$$n = \frac{80}{58,5} = 1,37 \text{ mol NaCl}$$

Calculamos el número total de iones existentes en la muestra:

$$N = n \cdot N_A = 1,37 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 8,23 \cdot 10^{23} \text{ iones}$$

Como conocemos la proporción de cada uno de los iones, podemos deducir que la mitad del total son iones de sodio y la otra mitad iones de cloro. Es decir:

$$\text{Iones Na}^+ = 4,11 \cdot 10^{23} \text{ iones Na}^+$$

$$\text{Iones Cl}^- = 4,11 \cdot 10^{23} \text{ iones Cl}^-$$