

# ESTEQUIOMETRÍA

RODRIGO ALCARAZ DE LA OSA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CONTACTO: rodri.alcaraz@gmail.com.

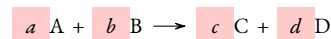
## Ajuste de ecuaciones químicas

La LEY DE CONSERVACIÓN DE LA MASA implica dos PRINCIPIOS<sup>2</sup>:

1. El número total de átomos antes y después de una reacción no cambia.
2. El número de átomos de cada tipo es igual antes y después.

EJEMPLO
Se desea ajustar la siguiente ecuación química:
$\text{MnO}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
SOLUCIÓN
En el ejemplo se comienza por el Mn: vemos que a la izquierda hay 1 átomo de Mn y a la derecha hay también 1 átomo, está AJUSTADO.
Después miramos el O: vemos que a la izquierda hay dos átomos de O y a la derecha solo hay 1 por tanto debemos poner un 2 en la molécula de agua:
$\text{MnO}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
Seguimos con el H: a la izquierda hay 1 solo átomo mientras que a la derecha hay $2 \times 2 = 4$ átomos; por lo tanto debemos colocar un 4 en el HCl:
$\text{MnO}_2 + 4 \text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
Finalmente el Cl: como hemos puesto 4 moléculas de HCl hay 4 átomos de Cl a la izquierda, a la derecha hay 2 átomos de la molécula de cloruro de manganeso (II) y 2 átomos más de la molécula de cloro, 4 en total, con lo que está AJUSTADO y no tenemos que poner nada más.
La REACCIÓN AJUSTADA queda así:
$\text{MnO}_2 + 4 \text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

<sup>2</sup> En una ECUACIÓN QUÍMICA general:



- A, B, C y D representan los SÍMBOLOS QUÍMICOS de los átomos o la FÓRMULA MOLECULAR de los compuestos que reaccionan (lado izquierdo) y los que se producen (lado derecho).
- $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$  representan los COEFICIENTES ESTEQUIOMÉTRICOS, que deben ser ajustados según la LEY DE CONSERVACIÓN DE LA MASA (comparando de izquierda a derecha átomo por átomo el número que hay de estos a cada lado de la flecha).

Los COEFICIENTES ESTEQUIOMÉTRICOS indican el número de átomos/moléculas/MOLES que reaccionan/se producen de cada elemento/compuesto.

### Cálculos masa-masa

Se trata de situaciones en las que nos dan la masa (típicamente en g) de un compuesto químico y nos piden la masa (también en g) de otro compuesto químico. Seguimos estos 3 PASOS:

1. **Pasar de g a mol** utilizando la **MASA MOLAR**.
2. **Relacionar moles** de un compuesto con moles de otro, a partir de los **COEFICIENTES ESTEQUIOMÉTRICOS**.
3. **Pasar de mol a g** utilizando la **MASA MOLAR**.

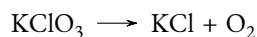
#### EJEMPLO

El clorato de potasio,  $\text{KClO}_3$ , se descompone en cloruro de potasio,  $\text{KCl}$ , y oxígeno. Calcula la masa de oxígeno que se obtiene al descomponerse 86.8 g de clorato de potasio por la acción del calor.

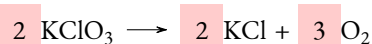
$M(\text{K}) = 39.1 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{Cl}) = 35.5 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$ .

#### SOLUCIÓN

Escribimos la **ECUACIÓN QUÍMICA** de la descomposición:



La **AJUSTAMOS**:



Calculamos las **MASAS MOLARES** de todos los compuestos químicos involucrados, en este caso el  $\text{KClO}_3$  y el  $\text{O}_2$ :

$$\begin{aligned} M(\text{KClO}_3) &= M(\text{K}) + M(\text{Cl}) + 3 \cdot M(\text{O}) \\ &= 39.1 \text{ g/mol} + 35.5 \text{ g/mol} + 3 \cdot 16 \text{ g/mol} = 122.6 \text{ g/mol} \\ M(\text{O}_2) &= 2 \cdot M(\text{O}) = 2 \cdot 16 \text{ g/mol} = 32 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Para relacionar los gramos de clorato de potasio con los gramos de oxígeno utilizamos los 3 pasos del **CÁLCULO MASA-MASA**:

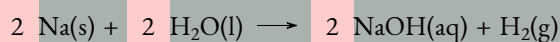
$$86.8 \text{ g}_{\text{KClO}_3} \cdot \frac{1 \text{ mol}_{\text{KClO}_3}}{122.6 \text{ g}_{\text{KClO}_3}} \cdot \frac{3 \text{ mol}_{\text{O}_2}}{2 \text{ mol}_{\text{KClO}_3}} \cdot \frac{32 \text{ g}_{\text{O}_2}}{1 \text{ mol}_{\text{O}_2}} = 34.0 \text{ g}_{\text{O}_2}$$

## Cálculos masa-volumen

Cuando alguno de los compuestos que intervienen en la reacción es un GAS, necesitamos hacer uso de la ECUACIÓN DE LOS GASES IDEALES<sup>3</sup>.

## Ejemplo

Calcula el volumen de hidrógeno, medido a 25 °C y 0.98 atm, que se desprende al hacer reaccionar 41.4 g de sodio en agua:



$$M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}; M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}; M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}.$$

## Solución

La ecuación nos la dan ya ESCRITA y AJUSTADA. Calculamos lo primero las MASAS MOLARES de los compuestos involucrados:

$$M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol (me lo daban como dato)}$$

$$M(\text{H}_2) = 2 \cdot M(\text{H}) = 2 \cdot 1 \text{ g/mol} = 2 \text{ g/mol}$$

A partir de los gramos de Na calculamos los moles de H<sub>2</sub> que se desprenderán, utilizando los dos primeros pasos del CÁLCULO MASA-MASA:

$$41.4 \text{ g}_{\text{Na}} \cdot \frac{1 \text{ mol}_{\text{Na}}}{23 \text{ g}_{\text{Na}}} \cdot \frac{1 \text{ mol}_{\text{H}_2}}{2 \text{ mol}_{\text{Na}}} = 0.9 \text{ mol}_{\text{H}_2}$$

Para relacionar la cantidad de hidrógeno que se desprende (medida en mol) con el volumen (medido en L), utilizamos la ECUACIÓN DE LOS GASES IDEALES:

$$pV = nRT$$

Despejamos el volumen  $V$ :

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0.9 \text{ mol} \cdot 0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298 \text{ K}}{0.98 \text{ atm}} = 22.4 \text{ L}_{\text{H}_2}$$

3

$$pV = nRT$$

, donde:

- $p$  es la PRESIÓN a la que se encuentra el gas, medida en atm.
- $V$  es el VOLUMEN que ocupa el gas, medido en L.
- $n$  es el NÚMERO DE MOLES que tenemos del gas, que lo podemos relacionar con los gramos a través de la MASA MOLAR.
- $R = 0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$  es la CONSTANTE UNIVERSAL DE LOS GASES IDEALES.
- $T$  es la TEMPERATURA a la que se encuentra el gas, medida en K:

$$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$$

Notar las letras entre paréntesis, que indican el ESTADO DE AGREGACIÓN de cada compuesto químico:

- (s) → SÓLIDO
- (l) → LÍQUIDO
- (g) → GAS
- (aq) → en DISOLUCIÓN ACUOSA (*aqueous* en inglés)

Cuidado porque la temperatura  $T$  la tenemos que pasar a K:

$$\begin{aligned} T(\text{K}) &= T(^{\circ}\text{C}) + 273 \\ &= 25^{\circ}\text{C} + 273 = 298 \text{ K} \end{aligned}$$