



GUÍA DE EJERCICIOS EQUILIBRIO DE ECUACIONES POR MÉTODO ALGEBRAICO

Área Química

Resultados de aprendizaje

Aplicar conocimientos matemáticos y sobre leyes ponderales en el equilibrio de ecuaciones químicas de forma sistemática.

Contenidos

- ## 1. Equilibrio de ecuaciones químicas mediante método algebraico.

Debo saber

Antes de empezar a realizar estos ejercicios es importante que recordemos algunos conceptos y la forma de resolver un sistema de ecuaciones.

Método algebraico para equilibrar una ecuación química

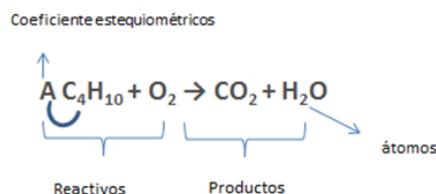
El equilibrio de una ecuación química se basa en que la cantidad de átomos de un elemento determinado en los reactivos, debe ser igual al número de átomos de los productos.

Reactivos: son aquellas sustancias que reaccionan, es decir los que se escriben antes de la fecha de reacción.

Productos: como su nombre lo indica, son las sustancias formadas, después de que la reacción química se lleve a cabo.

Pasos para realizar el equilibrio:

Paso 1: Se debe asignar una letra a cada compuesto presente en la reacción, deben ser escritos en el lugar de los coeficientes estequiométricos (delante de cada sustancia, ejemplo A H_2O).



- A multiplica a los cuatro átomos de C y los 10 átomos de H.



Paso 2: Se realiza una igualación algebraica entre los átomos que hay en los reactivos y en los productos, para cada elemento. Para ello debes multiplicar las letras por la cantidad de átomos. Cuando pases por la flecha, escribes un igual.

Paso 3: Dentro de las ecuaciones realizadas para cada átomo, debes encontrar la letra que más se repite entre tus ecuaciones. A esta letra se le asignará un valor arbitrario, generalmente puede ser 1 o 2.

Paso 4: Se reemplaza el valor obtenido en cada una de las ecuaciones con la finalidad de encontrar los demás valores para las otras incógnitas.

Paso 5: Si se obtienen coeficientes estequiométricos fraccionarios, se amplifica por el mínimo común divisor. El cual multiplicará a todos los coeficientes.

Paso 6: Para corroborar que el ajuste ha sido correcto, se evalúa que la cantidad de átomos en los reactivos y en los productos de cada elemento, sean iguales

Métodos para resolver un sistema de ecuaciones

1 .El método de **sustitución** busca **sustituir** o **reemplazar** el valor de una de las incógnita en una de las ecuaciones; de esta manera se obtiene una ecuación con una incógnita –como las mencionadas al principio de este texto– que se puede solucionar como se aprendió en la enseñanza básica o media. Observe cómo aplicar este método para solucionar el sistema (1).

Ejemplo: Aplicar el método de sustitución para encontrar la solución al siguiente sistema.

$$x + 3y - 1 = 0$$

$$\frac{2x}{3} - 4y - \frac{1}{2} = 0$$

Solución:

- a) *Se elige una de las variables (incógnitas) en una de las ecuaciones y se despeja.* Por conveniencia se despejará la variable x de la primera ecuación, pues el número que la acompaña es 1, y esto ahorrará al menos un paso en el procedimiento.

$$x + 3y - 1 = 0 \quad \text{Primera ecuación.}$$

$$x + 3y - 1 = 0 \quad / +1 \quad \text{Se suma 1 a ambos lados de la ecuación.}$$

$$x + 3y = 1 \quad / -3y \quad \text{Se suma } -3y \text{ a ambos lados de la ecuación.}$$

$$x = 1 - 3y$$



- a) Se toma el valor encontrado en (a) y se **sustituye** o reemplaza en la segunda ecuación. Con esto se obtiene una ecuación con una incógnita.

$$\frac{2x}{3} - 4y - \frac{1}{2} = 0$$

Segunda ecuación.

$$\frac{2(1-3y)}{3} - 4y - \frac{1}{2} = 0$$

Se **sustituye** el valor de x en la ecuación.

$$\frac{2-6y}{3} - 4y - \frac{1}{2} = 0$$

Se soluciona el paréntesis.

$$\frac{2}{3} - \frac{6y}{3} - 4y - \frac{1}{2} = 0$$

Se separa el denominador teniendo en cuenta el término independiente y el término que tienen y .

$$\frac{2}{3} - 2y - 4y - \frac{1}{2} = 0$$

Se simplifican las fracciones.

$$(-2y - 4y) + \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\right) = 0$$

Se agrupan los términos independientes y los términos que tienen y . Se hacen las operaciones indicadas en cada paréntesis.

$$-6y + \frac{1}{6} = 0$$

Se obtiene una ecuación con una incógnita.

- b) Se soluciona la ecuación encontrada. Con esto se encuentra el valor de la variable y .

$$-6y + \frac{1}{6} = 0$$

/ $-\frac{1}{6}$ Se suma $-\frac{1}{6}$ a ambos lados de la igualdad.

$$-6y = -\frac{1}{6}$$

/ : -6 Se divide por -6 a ambos lados de la igualdad. Esto es equivalente a multiplicar por $\frac{1}{6}$.



$$y = \frac{1}{36}$$

- c) Se toma el valor de y encontrado y se reemplaza en una de las ecuaciones. Con esto se encuentra el valor de x ; por conveniencia, el valor de y se puede reemplazar en el despeje de x realizado en (a).

$$x = 1 - 3y$$

Ecuación.

$$x = 1 - 3\left(\frac{1}{36}\right)$$

Se reemplaza el valor de y .

$$x = 1 - \frac{3}{36}$$

Se soluciona el paréntesis.

$$x = 1 - \frac{1}{12}$$

Se simplifica la fracción.

$$x = \frac{11}{12}$$

Se realizan las operaciones indicadas.

- d) Finalmente se da la respuesta al sistema. La solución a este sistema es $\left\{\left(\frac{11}{12}, \frac{1}{36}\right)\right\}$, es decir

$$x = \frac{11}{12} \text{ e } y = \frac{1}{36}.$$

Practique aplicando el método de sustitución para encontrar la solución al sistema mostrado

- i. Despejando x en la segunda ecuación.
- ii. Despejando y en la primera ecuación.
- iii. Despejando y en la segunda ecuación.



1. A través del método de **eliminación** se **elimina** una de las incógnitas operando ambas ecuaciones simultáneamente; de esta manera se obtiene una ecuación con una incógnita – nuevamente– pudiendo calcular el valor de una de las incógnitas, para luego encontrar el otro. Al igual que antes, aplicaremos este método para solucionar el sistema (1).

Ejemplo: Aplicar el método de eliminación para encontrar la solución al siguiente sistema.

$$x + 3y - 1 = 0$$

$$\frac{2x}{3} - 4y - \frac{1}{2} = 0$$

Solución

- a) Se escribe el sistema y se elige cuál de las incógnitas se desea eliminar. A partir de esto, se opera una o ambas ecuaciones con el fin de que en ambas ecuaciones los valores que acompañan a la incógnita elegida sean inversos aditivos. En este caso se eliminará y.

$$x + 3y - 1 = 0 \quad / \cdot 4$$

Se multiplica cada ecuación por el término que acompaña a la incógnita a eliminar en la otra ecuación.

$$\frac{2x}{3} - 4y - \frac{1}{2} = 0 \quad / \cdot 3$$

$$4x + 12y - 4 = 0$$

Debe verificarse que los resultados obtenidos para la incógnita que se desea eliminar sean inversos aditivos, es decir, que al sumarlos el resultado sea cero (0).

$$\frac{6x}{3} - 12y - \frac{3}{2} = 0$$

- b) Se suman las dos ecuaciones. Esto hace que se elimine una de las incógnitas, obteniendo una ecuación con una incógnita.



$$4x + 12y - 4 = 0$$

Se simplifican las fracciones

$$\frac{6x}{3} - 12y - \frac{3}{2} = 0$$

$$4x + 12y - 4 = 0$$

+

Se suman las dos ecuaciones

$$2x - 12y - \frac{3}{2} = 0$$

$$6x - 0 - \frac{11}{2} = 0$$

Se elimina y

- c) Se soluciona la ecuación resultante. De esta manera se obtiene el valor de x.

$$6x - \frac{11}{2} = 0$$

$$/ + \frac{11}{2}$$

Se suma $\frac{11}{2}$ a ambos lados de la ecuación.

$$6x = \frac{11}{2}$$

$$/ : 6$$

Se divide por 6 a ambos lados de la ecuación. Esto es equivalente a multiplicar por $\frac{1}{6}$ ambos lados de la ecuación.

$$x = \frac{11}{2} : 6$$

Se realizan las operaciones correspondientes.

$$x = \frac{11}{12}$$

- d) Se reemplaza el valor obtenido en una de las ecuaciones originales. Así se obtiene una ecuación con una incógnita y se calcula el segundo valor requerido. En este caso, se reemplazará en la primera ecuación.



$$x + 3y - 1 = 0$$

Se reemplaza el valor de x en la ecuación.

$$\frac{11}{12} + 3y - 1 = 0$$

Se suman los términos independientes.

$$3y - \frac{1}{12} = 0 \quad / + \frac{1}{12}$$

Se suma $\frac{1}{12}$ a ambos lados de la ecuación.

$$3y = \frac{1}{12}$$

Se divide por 3 a ambos lados de la ecuación. Esto es equivalente a multiplicar por $\frac{1}{3}$ ambos lados de la ecuación.

$$y = \frac{1}{36} \quad / : 3$$

e) Finalmente se da la respuesta al sistema. La solución a este sistema es $\left\{\left(\frac{11}{12}, \frac{1}{36}\right)\right\}$, es decir

$$x = \frac{11}{12} \text{ e } y = \frac{1}{36}.$$

Practique aplicando el método de eliminación para encontrar la solución al sistema mostrado eliminando la variable x.

Ejercicio 1: Equilibre las siguientes ecuaciones químicas mediante el medio algebraico

- a) $HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + H_2O + Cl_2$
- b) $CuFeS_2 + O_2 \rightarrow SO_2 + CuO + FeO$
- c) $C_4H_{10} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
- d) $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow CrCl_3 + KCl + Cl_2 + H_2O$



| HCl | MnO ₂ | MnCl ₂ | H ₂ O | Cl ₂ |
|-----|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| a | b | c | d | e |



| Elemento | Reactivos | | Productos |
|----------|-----------|----|-----------|
| H | (1) | a | = 2d |
| Cl | (2) | a | = 2c + 2e |
| Mn | (3) | b | = c |
| O | (4) | 2b | = d |

En este caso para la letra a, se le asigna un valor de uno. Luego debes reemplazar los valores de las letras obtenidas, en las demás ecuaciones.

$$\text{Si } a = 1$$

Reemplazando en la ecuación uno, el valor de a. Se obtiene el valor de d:

$$a = 2d \Rightarrow \frac{1}{2} = d$$

Reemplazando en la ecuación cuatro, el valor de d. Se obtiene el valor de b:

$$2b = d \Rightarrow \frac{1}{4} = b$$

Reemplazando en la ecuación tres, el valor de b. Se obtiene el valor de c:

$$b = c \Rightarrow \frac{1}{4} = c$$

Finalmente reemplazando en la ecuación dos, obtienes el valor de la letra e:

$$a = 2c + 2e \Rightarrow 1 = \left(2 \times \frac{1}{4}\right) + 2e$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4} = e$$

En este caso multiplicamos por 4, para eliminar coeficientes fraccionarios.

| | | |
|-----------|------------|---------|
| $a = 1$ | $\times 4$ | $a = 4$ |
| $b = 1/4$ | | $b = 1$ |
| $c = 1/4$ | | $c = 1$ |
| $d = 1/2$ | | $d = 2$ |
| $e = 1/4$ | | $e = 1$ |

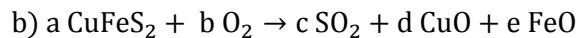
Finalmente reemplazamos los valores obtenidos para cada letra en la ecuación.



Corroborar que el ajuste ha sido correcto, se evalúa que la cantidad de átomos en los reactivos y en los productos de cada elemento, sean iguales.



| Elemento | Reactivos | Productos |
|----------|-----------|-----------|
| H | 4 | 4 |
| Cl | 4 | 4 |
| Mn | 1 | 1 |
| O | 2 | 2 |



Asignar letras en el lugar de los coeficientes estequiométricos.

| CuFeS ₂ | O ₂ | SO ₂ | CuO | FeO |
|--------------------|----------------|-----------------|-----|-----|
| a | b | c | d | e |

Igualación algebraica para cada átomo del elemento involucrado en la reacción.

| Elemento | Reactivos | Productos |
|----------|-----------|-----------------|
| Cu | (1) | a = d |
| Fe | (2) | a = e |
| S | (3) | 2a = c |
| O | (4) | 2b = 2c + d + e |

Asignación de un valor numérico arbitrario, reemplazo y despeje algebraico.

$$\text{Si } a = 1$$

Reemplazando en la ecuación uno, el valor de a. Se obtiene el valor de d:

$$(1) a = d \Rightarrow d = 1$$

Reemplazando en la ecuación dos, el valor de a. Se obtiene el valor de e:

$$(2) a = e \Rightarrow e = 1$$

Reemplazando en la ecuación tres, el valor de a. Se obtiene el valor de c:

$$(3) 2a = c \Rightarrow c = 2$$

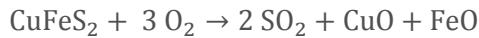
Finalmente reemplazando los valor obtenidos de c, d y e. Se obtiene el valor de b:

$$(4) 2b = 2c + d + e$$
$$2b = 4 + 1 + 1$$
$$2b = 6$$
$$b = 3$$

Los valores obtenidos son números enteros, por lo tanto no es necesario hacer este paso.



Reemplazar los valores obtenidos en los coeficientes estequiométricos para cada sustancia.



Corroborar que el ajuste ha sido correcto.

| Elemento | Reactivos | Productos |
|----------|-----------|-----------|
| Cu | 1 | 1 |
| Fe | 1 | 1 |
| S | 2 | 2 |
| O | 6 | 6 |



Asignación de letras a cada sustancia.

| | | | |
|---------------------------|--------------|---------------|----------------------|
| C_4H_{10} | O_2 | CO_2 | H_2O |
| a | b | c | d |

Ecuaciones algebraicas para cada átomo.

| Elemento | Reactivos | Productos |
|----------|-----------|------------|
| C | (1) $4a$ | = c |
| H | (2) $10a$ | = $2d$ |
| O | (3) $2b$ | = $2c + d$ |

Asignación de un valor numérico, reemplazo y despeje algebraico.

$$\text{Si } a = 1$$

$$(1) 4a = c \Rightarrow c = 4$$

$$(2) 10a = 2d \Rightarrow d = 5$$

$$(3) 2b = 2c + d$$

$$2b = 8 + 5$$

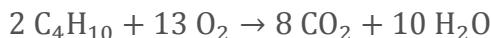
$$b = 13/2$$

Como tenemos coeficientes fraccionarios, se multiplican todos los valores obtenidos por 2.



| | | |
|------------|------------|----------|
| $a = 1$ | $\times 2$ | $a = 2$ |
| $b = 13/2$ | | $b = 13$ |
| $c = 4$ | | $c = 8$ |
| $d = 5$ | | $d = 10$ |

Reemplazo de los valores obtenidos en la ecuación química.



Finalmente, para corroborar que el ajuste ha sido correcto, se evalúa la cantidad de átomos en los reactivos y en los productos de cada elemento.

| Elemento | Reactivos | Productos |
|----------|-----------|-----------|
| C | 8 | 8 |
| H | 20 | 20 |
| O | 26 | 26 |



Asignar letras.

| | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|----------------------|
| $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | HCl | CrCl_3 | KCl | Cl_2 | H_2O |
| a | b | c | d | e | f |

Igualación algebraica.

| Elemento | Reactivos | | Productos | |
|----------|-----------|------|-----------|---------------|
| K | (1) | $2a$ | = | d |
| Cr | (2) | $2a$ | = | c |
| O | (3) | $7a$ | = | f |
| H | (4) | b | = | $2f$ |
| Cl | (5) | b | = | $3c + d + 2e$ |

Asignación de un valor numérico, reemplazo y despeje algebraico.

$$\text{Si } a = 1$$

$$(1) 2a = d \Rightarrow d = 1$$

$$(2) 2a = c \Rightarrow c = 1$$

$$(3) 7a = f \Rightarrow f = 7$$

$$(4) b = 2f \Rightarrow b = 14$$



$$(5)b = 3c + d + 2e$$

$$2e = b - 3c - d$$

$$2e = 14 - 6 - 2$$

$$2e = 6$$

$$e = 3$$

Los valores obtenidos son números enteros, por lo tanto no es necesario hacer este paso.

Finalmente la ecuación queda:



Corroborar que el ajuste ha sido correcto.

| Elemento | Reactivos | Productos |
|----------|-----------|-----------|
| K | 2 | 2 |
| Cr | 2 | 2 |
| O | 7 | 7 |
| H | 14 | 14 |
| Cl | 14 | 14 |

Responsables académicos

Corregida por comité Editorial PAIEP. Si encuentra algún error favor comunicarse a ciencia.paiep@usach.cl

Referencias y fuentes utilizadas

Chang, R.; College, W. (2002). Química. (7^a. ed). México: Mc Graw-Hill Interamericana Editores S.A.