

## ECUACIONES DE FORMACIÓN DE SALES (NEUTRALIZACIÓN)

### ÁCIDO + HIDRÓXIDO ⇒ SAL + AGUA

#### Introducción:

Uno de los principales problemas con los que se encuentra el alumno que cursa química aparece cuando debe desarrollar ecuaciones de formación de las reacciones de neutralización de ácidos con hidróxidos que terminan en la formación de sales.

Analizando las principales dudas que hemos visto en el alumnado hemos desarrollado el siguiente apunte que pretende funcionar como un tutorial adecuado al aprendizaje del tema, para ello proponemos algunas sencillas reglas y mucha práctica de aplicación.

En los enunciados de los problemas de neutralización se suelen aplicar fundamentalmente tres formas:

1.- Se dan las fórmulas de los reaccionantes, ácido e hidróxido y se pide obtener la fórmula de la sal y realizar el equilibrio de la ecuación.

2.- Se dan como datos los nombres de los reaccionantes, el ácido y el hidróxido, y se pide obtener la fórmula de la sal y realizar el equilibrio de la ecuación.

3.- Se solicita escribir la ecuación de formación equilibrada de una determinada sal, identificada por su nombre.

#### 1.- El dato son las fórmulas del ácido y el hidróxido que reaccionan para neutralizarse.

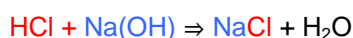
En principio establecemos como punto de partida estas tres variantes, comenzaremos naturalmente por la primera tratando de describir todas la variantes posibles:

##### 1.1.- ácido monovalente

1.1.a.- los datos corresponden a un ácido monovalente con hidróxido monobásico:



observando en las tablas de ácidos y sus radicales, y en la de átomos metálicos y sus iones podemos ver que la sal que se origina tendrá como ión metálico el  $\text{Na}^+$  y como radical el ión  $\text{Cl}^-$ , en consecuencia la sal que se origina será cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ), entonces la ecuación será:



Análisis del equilibrio:

tabla balance

Símbolo	Cantidad a la izquierda	Cantidad a la derecha
Cl	1 en el ácido	1 en la sal
Na	1 en el hidróxido	1 en la sal
O	1 en el hidróxido	1 en el agua
H	2: uno en el ácido y otro en el hidróxido	2 en el agua
OH	1 en el hidróxido	Forma una molécula de agua

Según el detalle la ecuación de la reacción **está equilibrada**

1.1.b.- los datos corresponden a un ácido monovalente con hidróxido bibásico:



Usando nuevamente las tablas presentamos la ecuación:

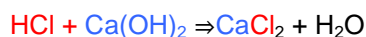


tabla balance

Símbolo	Cantidad a la izquierda	Cantidad a la derecha
Cl	1 en el ácido	2 en la sal
Ca	1 en el hidróxido	1 en la sal
O	2 en el hidróxido	1 en el agua
H	3: uno en el ácido y dos en el hidróxido	2 en el agua
OH	2 en el hidróxido	Forma 2 moléculas de agua

Vemos que **solo** para el Ca la ecuación está balanceada.

Las pautas para lograr el balance correcto, una vez presentada la ecuación, se desarrolla en el siguiente cuadro en donde proponemos tres reglas básicas muy importantes que serán válidas para todos los casos:

- 1.- El subíndice del radical se coloca como coeficiente de la molécula del ácido.
- 2.- El subíndice del metal se coloca como coeficiente de la sal.
- 3.- La cantidad total de (OH) del hidróxido se coloca como coeficiente de las moléculas de agua.

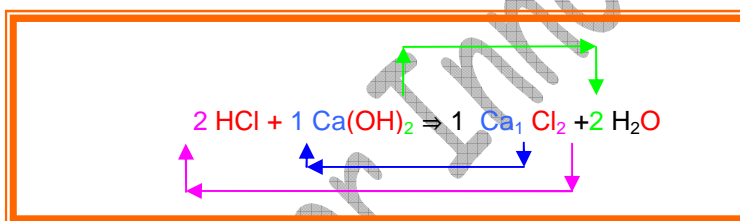


tabla balance

Símbolo	Cantidad a la izquierda	Cantidad a la derecha
Cl	2 en el ácido	2 en la sal
Ca	1 en el hidróxido	1 en la sal
O	2 en el hidróxido	2 en el agua
H	4: dos en el ácido y dos en el hidróxido	4 en el agua
OH	2 en el hidróxido	2 formando agua

Se verifica que el balance es correcto.

### 1.1.c.- Ácido monovalente con hidróxido trivalente

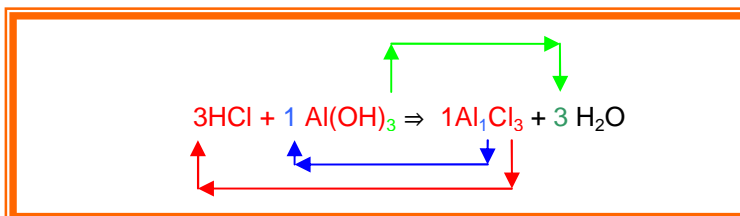


tabla balance

elemento	Cantidad a la izquierda	Cantidad a la derecha
Cl	3 en el ácido	3 en la sal
Al	1 en el hidróxido	1 en la sal
O	3 en el hidróxido	3 en el agua
H	6: 3 en el ácido y 3 en el hidróxido	6 en las tres moléculas de agua
OH	3 en el hidróxido	Forma 3 moléculas de agua

1.1.d.- Ácido monovalente con hidróxido tetravalente

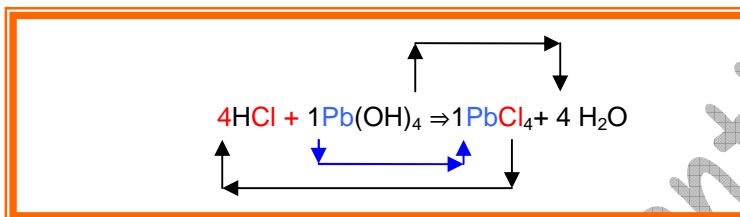
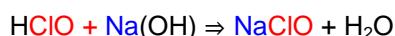


tabla balance

Símbolo	Cantidad a la izquierda	Cantidad a la derecha
Cl	4 en el ácido	4 en la sal
Pb	1 en el hidróxido	1 en la Sal
O	4 uno en la molécula de hidróxido	4: 1 en cada molécula de agua.
H	8: 1 en cada moléc. de ác. y 4 en cada hidróx.	8: 2 en cada una de las 4 moléculas de agua
OH	4 en la molécula de hidróxido	Forma 4 moléculas de agua

Hasta aquí desarrollamos los cuatro casos más importantes que involucran un ácido monovalente.

Para cualquier otro ácido monovalente se reproduce este esquema, sólo se debe reemplazar el símbolo del cloro por el que corresponda al radical ácido, por ejemplo tomemos el siguiente caso que corresponde al ácido hipocloroso, según se puede ver en la tabla el radical es  $\text{ClO}^-$



1.1.e.- Ácido oxácido monovalente con hidróxido monovalente

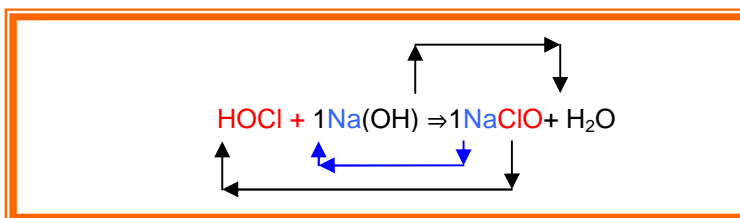


tabla balance

Símbolo	Cantidad a la izquierda	Cantidad a la derecha
OCl	1 en cada moléc de ácido	1 en cada moléc de sal
Na	1 en cada moléc. de hidróxido	1 en cada moléc de sal
O	1 en la molécula de hidróxido	1 en la molécula de agua
H	2: uno en la moléc. de ác. y otro en la base	2 en la molécula de agua

En resumen se puede asegurar que cualquier caso que contenga en la reacción de neutralización un ácido monovalente se comportará como alguno de los cuatro casos anteriores ya que en este tipo de reacción los radicales se conservan y sus valencias también.

### 1.2.- Acido bivalente

1.2.a.- Ácido divalente con hidróxido monovalente:

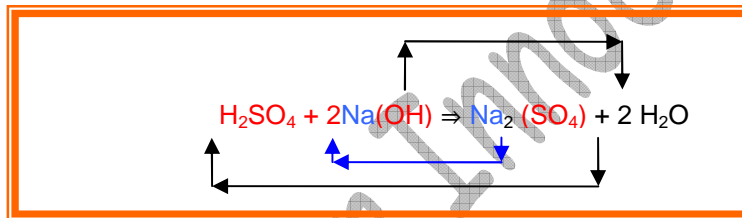
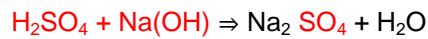


tabla balance

Símbolo	Cantidad a la izquierda	Cantidad a la derecha
SO <sub>4</sub>	1 en el ácido	1 en la sal
Na	2 en el hidróxido	2 en la sal
O	2 en el hidróxido	2 en el agua
H	4: 3 en el ácido y dos en el hidróxido	4 en las dos moléculas de agua
OH	2 en el hidróxido	Forma 2 moléculas de agua

1.2.b.- Ácido divalente con hidróxido divalente:

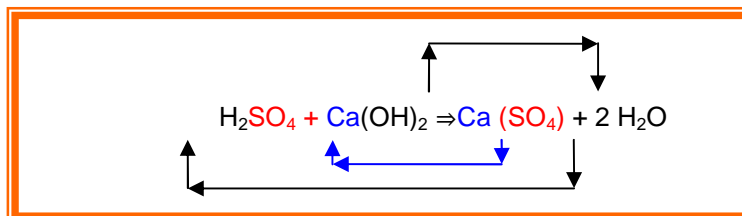
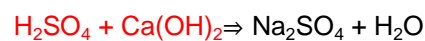


tabla balance

Símbolo	Cantidad a la izquierda	Cantidad a la derecha
SO <sub>4</sub>	1 en el ácido	1 en la sal
Ca	1 en el hidróxido	1 en la sal
O	2 en el hidróxido	2 en las 2 moléculas de agua
H	4: 2 en el ácido y 2 en el hidróxido	4: 2 en cada una de las 2 moléculas de agua
OH	2 en la moléc.de hidróxido	Forma 2 moléculas de agua

1.2.c.- Ácido bivalente con hidróxido trivalente:

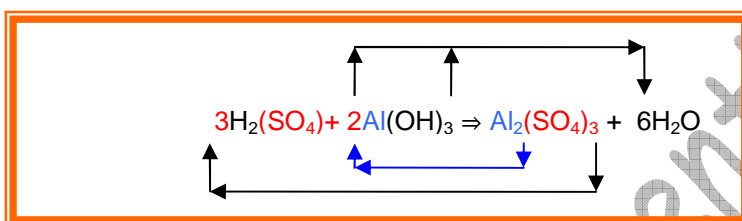
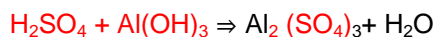


tabla balance

Símbolo	Cantidad a la izquierda	Cantidad a la derecha
(SO <sub>4</sub> )	3 en el ácido	3 en la sal
Al	2 en el hidróxido	2 en la sal
O	6: 3 en el ácido y 3 en el hidróxido	6: 1 en cada una de las 6 moléculas de agua
H	12: 6 en el ácido y 6 en el hidróxido	12: 2 en cada una de las 6 moléculas de agua
OH	6: 3 en cada una de 2 moléculas de hidróxido	Forma 6 moléculas de agua

1.2.d.- Ácido bivalente con hidróxido tetravalente:

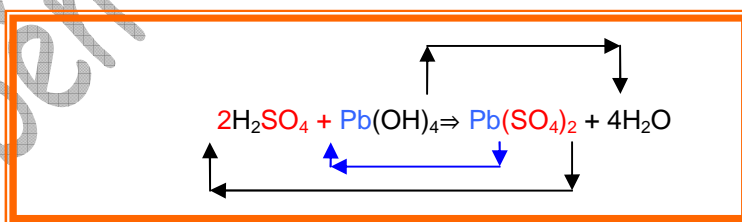
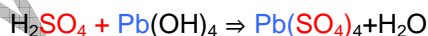


tabla balance

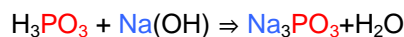
Símbolo	Cantidad a la izquierda	Cantidad a la derecha
SO <sub>4</sub>	2 en el ácido	2 dos en la sal
Pb	1 en el hidróxido	1 en la sal
O	4 en el hidróxido	4 en el agua
H	8: 4 en el ácido y 4 en el hidróxido	8: 2 en cada una de las 4 moléculas de agua.
OH	4 en la molécula de hidróxido	Forma 4moléculas de agua

Para completar el apartado se proponen las neutralizaciones de un ácido trivalente con los hidróxidos monovalentes, bivalentes, trivalentes y tetravalentes.

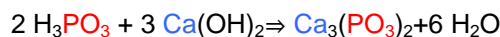
Damos las ecuaciones completas para que el interesado las deduzca a partir de lo propuesto en la parte izquierda de la ecuación y pueda verificar su resultado.

Tomamos como muestra el ácido ortofosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ )

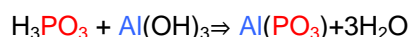
**1.3.a.-** Ácido trivalente con hidróxido monovalente



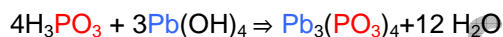
**1.3.b.-** Ácido trivalente con hidróxido bivalente



**1.3.b.-** Ácido trivalente con hidróxido trivalente



**1.3.b.-** Ácido trivalente con hidróxido tetravalente



#### 1.4.-EJERCITACIÓN:

Escribir las ecuaciones de la reacción que se propone en cada caso y verificar su balanceo:

1.- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}(\text{OH})$	4.- $\text{HBr} + \text{Ca}(\text{OH})_2$	7.- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2$	10.- $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$
2.- $\text{HNO}_2 + \text{Fe}(\text{OH})_3$	5.- $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$	8.- $\text{HF} + \text{Na}(\text{OH})$	11.- $\text{HNO}_3 + \text{Pb}(\text{OH})_4$
3.- $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$	6.- $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Pb}(\text{OH})_4$	9.- $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{Pb}(\text{OH})_4$	12.- $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{Na}(\text{OH})$

#### NOTA:

En este apartado se sugirió usar la tabla de radicales junto con la tabla de iones metálicos para determinar las valencias con la que actúan dichos componentes.

Puede evitarse el uso de las tablas porque las valencias con que actúan los componentes se puede determinar por la sola observación de las sustancias que aparecen en el enunciado, en efecto:

La valencia con que actúa el radical 'ácido corresponde a la cantidad de iones  $\text{H}^+$  que lo acompañan en la fórmula del ácido y que lo abandonan para la formación de la sal.

La valencia con que actúa el ión metálico se corresponde a la cantidad de oxhidrilos que lo acompañan en la fórmula del hidróxido.

En resumen, este caso es el más simple porque del mismo enunciado se pueden obtener las valencias con las que actúan el radical ácido y el ión metálico.

En todas las reacciones de neutralización todos los elementos conservan su valencia. En otras palabras, el número de oxidación es invariable.

## 2.- El dato es el nombre del ácido y el hidróxido que se neutralizan.

2.1.- Este caso se diferencia del anterior solamente en el enunciado porque pide lo mismo.

La técnica para la resolución de este caso consiste en escribir las fórmulas de las sustancias reaccionantes, y a partir de ellas, presentar la ecuación de neutralización para realizar el balanceo.

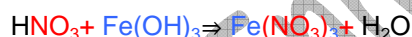
2.2.-Desarrollamos la descripción en base a un ejemplo:

Escribir y balancear la ecuación de la reacción experimentada por la neutralización del ácido nítrico con el hidróxido férrico.

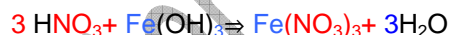
Con la ayuda de las tablas de átomos y sus iones y la de radicales ácidos se escriben las fórmulas de los reactivos:

El ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) produce el radical	Nitrato $\text{NO}_3^-$	La sal será nitrato férrico $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
El hidróxido férrico $\text{Fe}(\text{OH})_3$ produce el ión	Férrico $\text{Fe}^{3+}$	

Una vez logradas las fórmulas es fácil completar el trabajo usando el método desarrollado en el apartado 1, en efecto, en este caso podremos presentar la siguiente ecuación:



Una vez presentada la ecuación estamos en las condiciones del apartado anterior, entonces se podrá proceder como antes y obtener esta ecuación balanceada:



2.3.- Ejercitación:

Escribir la sal obtenida y la ecuación de formación balanceada para las siguientes reacciones:

1.- Ácido bórico con hidróxido ferroso	6.- Ácido nitroso con hidróxido plúmbico
2.- Ácido sulfuroso con hidróxido de sodio	7.- Ácido hipocloroso con hidróxido de potasio
3.- Ácido nítrico con hidróxido plumboso	8.- Ácido nítrico con hidróxido de calcio
4.- Ácido clorhídrico con hidróxido férrico	9.- Ácido perclórico con hidróxido cúprico
5.- Ácido sulfúrico con hidróxido de aluminio	10.- Ácido ortofosfórico con hidróxido ferroso

### NOTA:

Este caso es un poco más complicado que en anterior por la sencilla razón que como primera operación se deben escribir las fórmulas del ácido y del hidróxido que participan en la reacción, por ese motivo es indispensable usar las tablas de radicales ácidos y de iones metálicos hasta tanto se conozcan de memoria dichos componentes.

Nuestro método se fundamenta en la observación de las tablas mientras se practica, esto permite que los conocimientos queden en la memoria de una manera natural, lenta pero segura y sin mucho esfuerzo mental.

El método funciona, pero **se deben hacer muchos ejercicios**, todos los que sean necesarios hasta lograr que la actividad se transforme en mecánica. Llegado a ese nivel se puede asegurar que se ha aprendido el tema.

### 3.- El dato es nombre de la sal que se forma en la neutralización

3.1.- Este caso es el más difícil porque requiere una operación mental anterior a los casos tratados antes, aquí se debe leer la fórmula de la sal solicitada y desde ella determinar cuáles son los reactivos participantes, es decir, el ácido y el hidróxido.

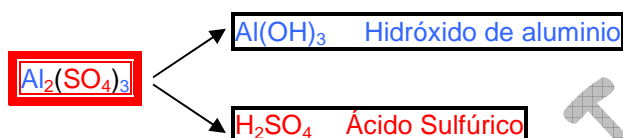
Para encarar este esquema con éxito es necesario tener práctica en el manejo de las fórmulas de ácidos e hidróxidos y sus nomenclaturas. Además es útil un buen manejo de los apartados 1 y 2 del presente trabajo.

Siguiendo la idea anterior presentaremos el esquema mediante un ejemplo.

3.2.- Como ejemplo escribir y balancear la ecuación de formación del sulfato de aluminio por neutralización:

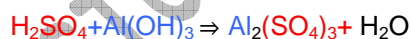
La sugerencia consiste en escribir la fórmula del sulfato de aluminio, y partiendo de ella identificar los reactivos, el ácido y el hidróxido.

Usando las tablas de iones metálicos y la de radicales ácidos vemos que la fórmula de la sal está constituida por el **ión aluminio** y el **radical sulfato**, o sea:

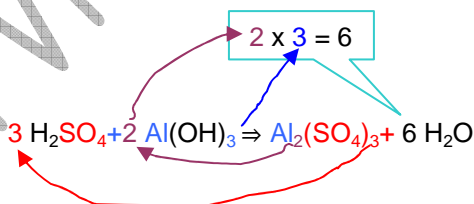


Una vez determinados los reactivos se procederá como en el caso del apartado 1.

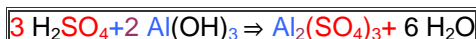
Presentamos la ecuación:



Una vez presentada la ecuación se procede a realizar el balanceo y queda:



Finalmente queda:



### 3.3.- Ejercitación:

Escribir la ecuación de formación balanceada de las siguientes sales

1.- Sulfato de calcio	6.- Nitrito ferroso
2.- hipoclorito de aluminio	7.- Perclorato de potasio
3.- Nitrato plumboso	8.- Ioduro plúmbico
4.- Sulfito férrico	9.- Ortofosfato cúprico
5.- Cloruro de aluminio	10.- Clorato ferroso

©Rubén Víctor Innocentini  
noviembre 2010