

LA REPRESENTACIÓN DE LAS SUSTANCIAS

1. EL SÍMBOLO.

A fin de evitar la confusión que se originaría al designar los distintos elementos con un nombre en cada idioma, se ha convenido en adoptar una nomenclatura internacional que, a manera de los números, pueda ser idéntica para todos los países. Juan Jacobo Berzelius, en 1814, propuso y fue aprobada designar cada elemento por la primera letra de su nombre latino, y si para varios elementos fuese ésta igual, además de la primera se tomaría otra intermedia, reservando la primera letra para el más importante de ellos; por ejemplo: C, carbono; Ca, calcio; Cd, cadmio; Co, cobalto.

La mayor parte de los símbolos corresponden a la primera o primeras letras de su nombre en castellano; algunas varían debido al distinto nombre en latín; por ejemplo, Ag, plata, viene de argentum; Cu, cobre (cuprum); Sb, antimonio (stibium); K, potasio (kalium); Na, sodio (natrium); Pb, plomo (plumbum).

El símbolo representa el elemento en general o a un átomo de un elemento. Así, si escribimos C, indicamos un átomo de carbono; si queremos indicar dos o tres átomos, escribiremos: 2C, 3C, o bien C₂, C₃.

2. FÓRMULA.

Así como los elementos se representan por medio de los símbolos, las moléculas de las sustancias compuestas se representan por fórmulas. Las fórmulas constan de los símbolos de los elementos que componen la molécula.

Si algún elemento o grupos de elementos está repetido varias veces a formar parte de la molécula, se indica por medio de un subíndice, que se coloca en la parte inferior derecha del símbolo; en el caso de ser un grupo de elementos el repetido, se encierra en

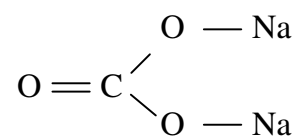
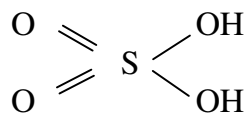
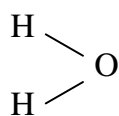
un paréntesis y el subíndice se coloca fuera de él. Por ejemplo, una molécula de hidrógeno se representa por H_2 pues está formada por dos átomos de hidrógeno. Como una molécula de ácido clorhídrico está formada por un átomo de cloro y otro de hidrógeno, será HCl. La molécula de hidróxido de aluminio, que está formada por un átomo de aluminio y tres veces el conjunto formado por uno de oxígeno y otro de hidrógeno, será $Al(OH)_3$.

Si queremos expresar más de una molécula colocaremos el número, que indica las veces, delante de la fórmula; así: $2HCl$; $3HCl$, indicarán dos o tres moléculas de ácido clorhídrico. Las fórmulas, además de indicar los elementos que entran a formar parte de una molécula y la cantidad con que lo hacen, pueden indicar la forma probable en que se hallen los átomos dentro de la molécula; en este caso, reciben el nombre de fórmulas desarrolladas o fórmulas de constitución, y las que no indican más que los elementos y la cantidad de éstos que integran la molécula, se llaman condensadas.

Por ejemplo, fórmulas condensadas del agua, ácido sulfúrico, carbonato de sodio:



Fórmulas desarrolladas:



3. LA VALENCIA.

Toda combinación obedece a la ley de Proust, pero, ¿Qué es lo que determina el número de veces que un átomo entra en cada molécula? ¿Por qué el agua ha de ser H_2O y no-HO ó H_3O ?

Estudiemos varias sustancias compuestas en las cuales entre a formar parte de su molécula el H por ejemplo: HCl, H_2S , NH_3 , CH_4 (ácido clorhídrico, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, metano). Observemos que, en el primer caso, por cada átomo de cloro hay uno de hidrógeno; en el segundo, por cada uno de azufre hay dos de hidrógeno; en el

tercero, por cada uno de N hay 3 de hidrógeno y, en el cuatro, 4 de hidrógeno por cada C.

¿Cómo explicamos este hecho? Supongamos que el átomo de hidrógeno es un individuo que tiene un solo brazo; el de cloro, uno solo también; el de azufre, dos; el de nitrógeno, tres, y el de carbono cuatro. Un átomo de cloro quedará ocupado totalmente al dar la mano a uno de hidrógeno, al igual que éste. Pero si tratamos de combinar el hidrógeno o el cloro con el azufre, para sujetar un individuo con dos brazos, necesitaremos dos que tengan uno solo. Así las fórmulas tendrán que ser H - S - H y Cl - S - Cl, lo mismo cuando se une el hidrógeno con el nitrógeno o el carbono.

Se ha observado que el átomo de hidrógeno al combinarse tiene menor capacidad; tomamos este elemento como unidad y decimos: todo átomo que tenga la misma capacidad de combinación que el hidrógeno o el cloro tiene valencia uno o es monovalente. Si tiene doble capacidad, será divalente, y así sucesivamente trivalente, tetravalente, pentavalente, hexavalente y heptavalente. No hay átomos que tengan mayor capacidad.

Existen algunos elementos que no tienen capacidad alguna de combinación. Estos elementos son llamados gases raros o gases nobles, como el helio, neón, entre otros, que se encuentran en pequeñas cantidades en el aire. A estos elementos se les considera como nulivalentes, o sea que tienen valencia cero.

Algunos elementos, como el hidrógeno, el Na, el K, el Li, el O, la Ag, entre otros, tienen siempre la misma valencia en todas sus combinaciones; Otros, como el Fe, el P, el N, tienen más de una valencia y trabajan con una u otra valencia, según las condiciones en que se realiza la combinación; así, tenemos el Fe, que puede combinarse con el O con valencias dos y tres, dando origen al óxido ferroso (FeO) y al férrico Fe₂O₃).

4. FUNCIÓN QUÍMICA

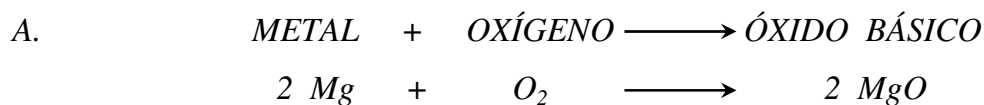
Todas las sustancias tienen propiedades y características que las diferencian de las demás, pero existen sustancias que tienen entre sí propiedades que les son comunes y de las que no gozan al menos en su totalidad ninguna otra sustancia. Estas sustancias decimos que tienen la misma función química. La función química depende de la

existencia en la molécula de un elemento o elementos especiales o del modo de agruparse los átomos que la componen.

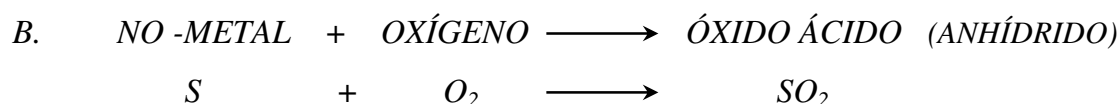
Son funciones químicas los óxidos, las bases, los ácidos, las sales.

5. ÓXIDOS – DIVISIÓN.

La combinación del oxígeno con los elementos recibe el nombre de óxidos. Podemos dividirlos en óxidos básicos o simplemente óxidos cuando se combinan el oxígeno con un metal, y óxidos ácidos o anhídridos cuando se combina el oxígeno con un no-metal. También reciben el nombre de óxidos, simplemente, los anhídridos que son incapaces de unirse con el agua para dar ácidos, como el NO, al que se le llama óxido nítrico y no-anhídrido.



Esta reacción tipo es una combinación.



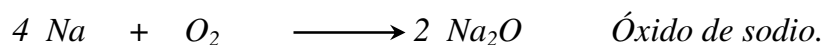
Esta reacción tipo es una combinación.

5.1. ÓXIDOS BÁSICOS – FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA.

- ❖ La formulación de un óxido se realiza muy fácilmente, nada más hay que tener en cuenta la valencia del oxígeno, *que siempre es dos*, y la del metal con que se combina. Debemos tener siempre presente que en la molécula de una sustancia compuesta nunca ha de quedar ninguna valencia libre.

Supongamos un óxido de un metal monovalente, por ejemplo, óxido de sodio; como el oxígeno tiene dos valencias y el sodio una sola, para que no quede ninguna valencia libre

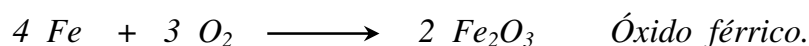
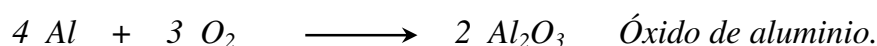
forzosamente hemos de colocar dos sodios por cada oxígeno; así quedará:



Si el metal es divalente, como el oxígeno también lo es, un átomo de metal saturará a otro de oxígeno; así tendremos:

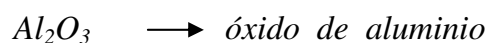
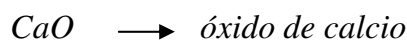
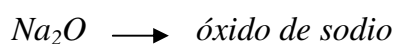


Con un metal trivalente colocaremos dos átomos del metal trivalente por cada tres del divalente:

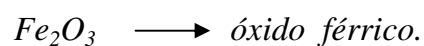
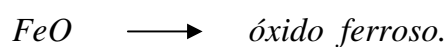


❖ NOMENCLATURA.

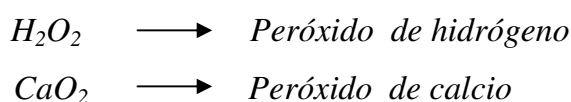
Se nombra mediante dos palabras. Una, la genérica, *óxido*, y otra específica, que es el nombre del metal en genitivo; por ejemplo:



Si un metal tiene más de una valencia y puede formar más de un óxido, se nombra adjetivando la palabra específica con la terminación *oso* o *ico*, según tengan valencia menor o mayor, respectivamente; por ejemplo:

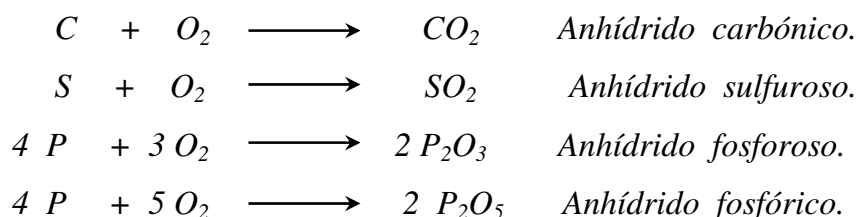


Puede ocurrir que se necesite distinguir más grados de valencia; entonces al de valencia menor se le llama peróxido o subóxido; por ejemplo:



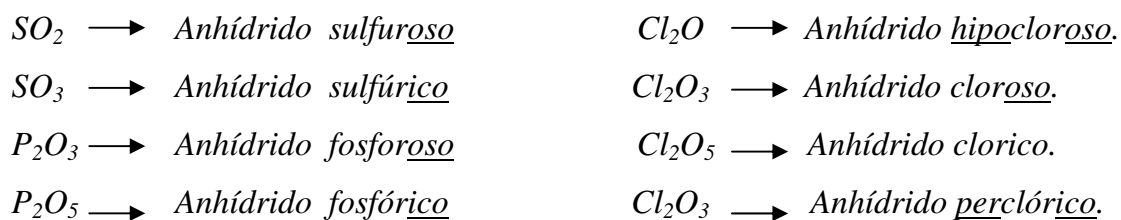
5.2 ÓXIDOS ÁCIDOS (ANHÍDRIDOS) – FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA.

- ❖ La formulación de las fórmulas para los anhídridos es exactamente igual que las de los óxidos. Así, un anhídrido de un metaloide (no-metal) monovalente, divalente, se formulará como sigue:



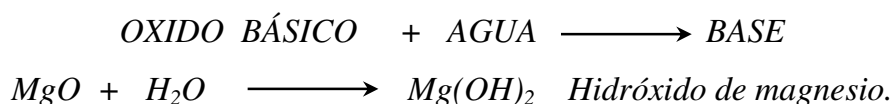
❖ NOMENCLATURA.

Se nombran al igual que los óxidos, con la palabra genérica anhídrido, seguida de la específica del metaloide terminada en *oso* o en *ico*, según su valencia. Si se formasen más de dos anhídridos se antepondría el prefijo *hipo al de menor valencia* y *per al de mayor valencia*; por ejemplo:



6. BASES O HIDRÓXIDOS.

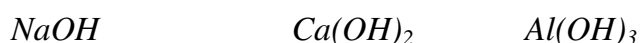
Si añadimos a ciertos óxidos agua se origina una reacción química, generalmente con desprendimiento de calor, y se produce una nueva sustancia llamada hidróxido o base. Las bases tienen sabor a lejía. Si se introduce en ellas un papel de tornasol, que ha sido previamente enrojecido por los ácidos, le devuelve el color azul. Pueden reconocerse también porque vuelven roja a una solución de fenolftaleína en alcohol.



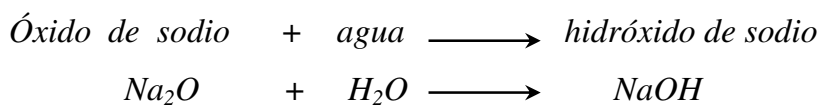
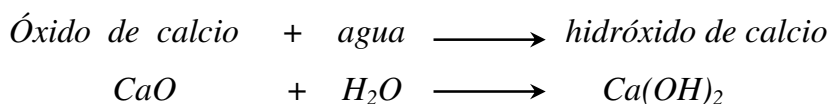
Esta reacción tipo es una combinación.

6.1 FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA.

La característica en toda base es el grupo OH, llamado radical oxidrilo o hidroxilo; se comporta en la formulación como si fuese un elemento monovalente. Para formular una base no hay más que colocar tantos grupos OH como valencias tienen el metal. Así, la fórmula de una base de un metal monovalente, divalente y trivalente será:



Se nombran, al igual que los óxidos y los anhídridos, con un nombre genérico, que en las bases es hidróxido, y el específico correspondiente al óxido que lo *origina, terminado en oso* o en *ico*, de igual manera que el óxido correspondiente:



$Fe(OH)_3$ *hidróxido férrico*

$Sn(OH)_4$ *hidróxido estannico*

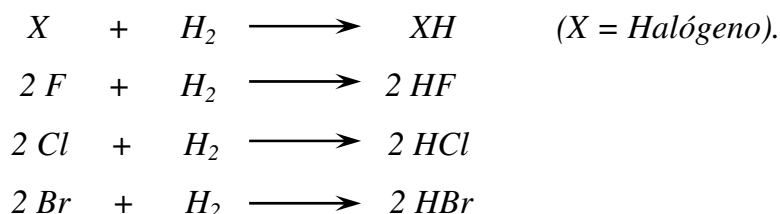
7. ÁCIDOS.

Reciben el nombre de ácidos todas aquellas sustancias que tienen un sabor agrio, que enrojecen el papel azul de tornasol y decoloran una solución alcohólica de fenolftaleína que ha sido enrojecida por una base.

Los ácidos se dividen en: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Ácidos que no tienen oxígeno, llamados hidrácidos.} \\ \text{Ácidos que tienen oxígeno, llamados oxácidos.} \end{array} \right.$

7.1 HIDRÁCIDOS.

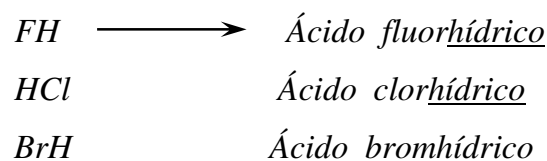
Se originan por la unión de los halógenos (flúor, cloro, bromo y yodo) con el hidrógeno. También algunas otras combinaciones de otros metaloides con el hidrógeno, que tienen carácter ácido, como el azufre.

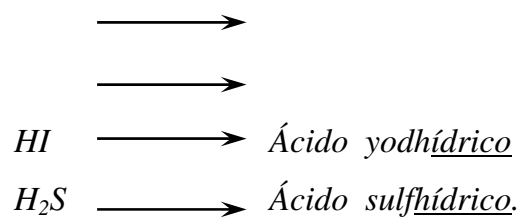


Esta ración tipo es una combinación.

❖ NOMENCLATURA.

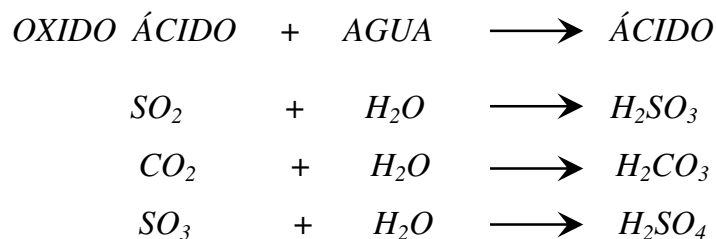
Se nombran con la palabra genérica y la específica del metaloide que lo forma, terminado en *hídrico*.





7.2 OXÁCIDOS.

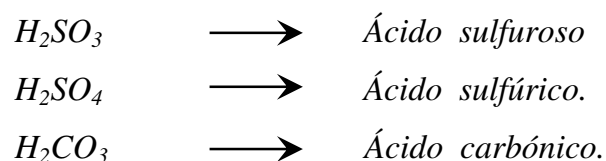
El agua puede combinarse con los anhídridos, formando los ácidos, de manera semejante como lo hacia con los óxidos para dar bases. Estos ácidos se diferencian de los anteriores en que su molécula contiene oxígeno, pero las propiedades que los caracterizan son iguales: enrojecen el tornasol, entre otros.



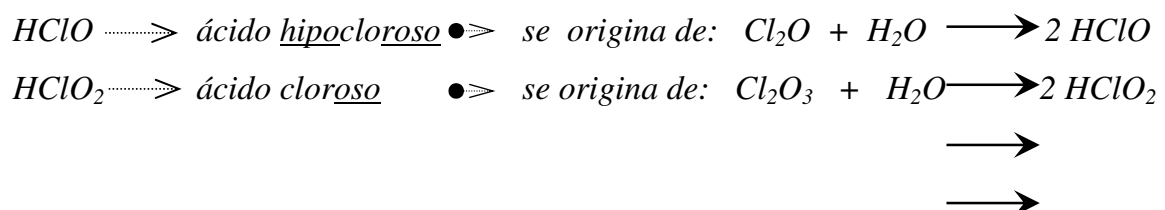
Esta reacción tipo es una combinación.

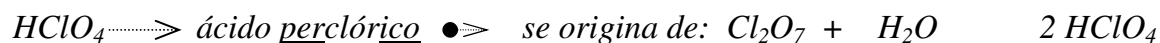
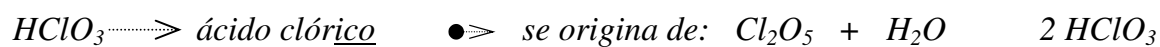
❖ NOMENCLATURA.

Se nombran mediante la palabra genérica ácido y la específica, que es la misma que la del anhídrido (óxido ácido), del cual provienen: por ejemplo:



De igual forma que los anhídridos, si existen mas de dos ácidos de un mismo metaloide (no-metal), se designa anteponiéndole el prefijo *per* o *hipo*. Así, tenemos:





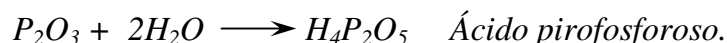
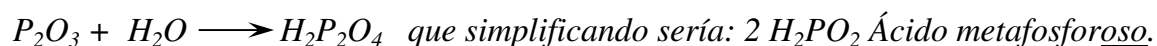
Los ácidos de los restantes halógenos se forman de la misma manera y son iguales a los del Cl, no hay más que cambiar el símbolo del cloro por el halógeno correspondiente; por ejemplo:



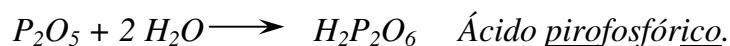
Algunos ácidos pueden perder moléculas de agua por efecto del calor, formándose, si aun queda hidrógeno y oxígeno en la molécula, anhídridos imperfectos que tienen el carácter de verdaderos ácidos. Estos se nombran anteponiéndoles el prefijo *meta*, *piro* y *orto* según pierdan una molécula o dos de agua.

Para facilitar su formulación podemos considerar que los anhídridos toman una o más moléculas de agua, originando los distintos ácidos; por ejemplo:

Anhídrido fosforoso:

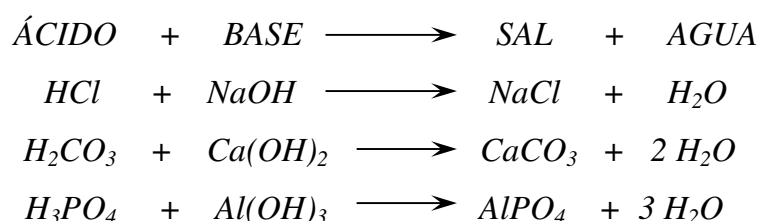


Anhídrido fosfórico:



8. SALES.

Si añadimos cuidadosamente a un ácido una cantidad calculada de una base, llega un momento en que el producto que se ha originado no tiene ya la propiedad de poder cambiar el color del papel de tornasol, y no tienen además ninguna propiedad que lo caracterice como ácido ni como base. Se ha formado una sustancia nueva, una sal. A estas sustancias, que no son ácidas ni básicas, se les denominan neutras, y a la reacción de un ácido más una base para formar una sal se le llama neutralización:



Como puede observarse, siempre se produce agua cuando reaccionan los ácidos con las bases. En estas reacciones se sustituyen los hidrógenos de los ácidos por el metal de las bases, formándose la sal al mismo tiempo que el hidrógeno de los ácidos se une al grupo OH de las bases y se forma el agua.

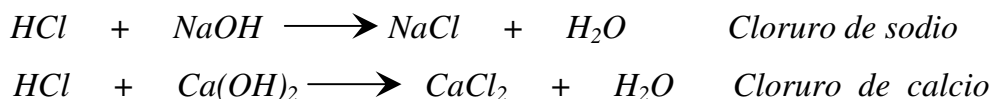
Hay dos tipos de sales: aquellas en que han sido sustituidos todos los hidrógenos, y reciben el nombre sales neutras, y en las que todavía quedan uno o más hidrógenos en la molécula de sal formada; Éstas reciben el nombre de sales ácidas; por ejemplo:



Una regla práctica para formular una sal es la siguiente: tomemos el radical ácido que resulta de quitar los hidrógenos a los ácidos y considerémoslo como si fuese un elemento que tuviese tantas valencias como hidrógenos le hayamos quitado.

Para formular una sal no tendremos más que aplicar las normas seguidas hasta ahora con los óxidos y anhídridos.

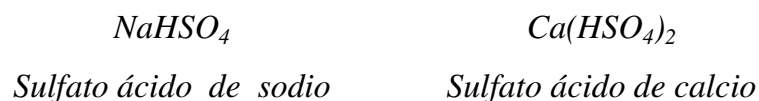
Varios ejemplos aclararán esto. ¿Cómo formaríamos la sal correspondiente al *ácido* clorhídrico y al hidróxido de sodio, calcio, entre otros?. El ácido clorhídrico tiene un solo hidrógeno; si se lo quitamos quedaría el residuo Cl con una valencia. Así, las sales serán:



En vez de ácido clorhídrico fuese el ácido sulfúrico (H_2SO_4), al quitarle los hidrógenos quedaría el radical ácido SO_4^- con dos valencias, pues han sido dos los hidrógenos que le hemos quitado. Las sales correspondientes se formularían:

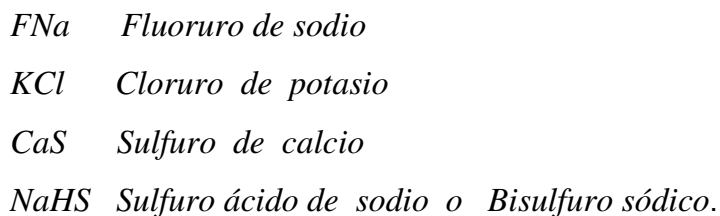


Si deseamos formar sales ácidas sirve la misma regla, sólo que el caso anterior, por ejemplo, el residuo sería HSO_4^- y tendría valencia uno, pues solamente le quitamos un hidrógeno. Las sales se formularían:

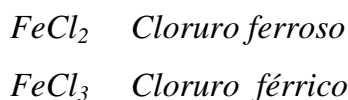


8.1 NOMENCLATURA.

Las sales originadas por un hidrácido se nombran tomando la palabra genérica del nombre latino del metaloide que formaba el ácido, haciéndola terminar en uro; por ejemplo:



Si en la sal el metal tiene más de una valencia, el nombre específico se hace terminar en ico o en oso, al igual que en los óxidos y anhídridos. Así, tendremos:



En las sales oxisales, la palabra genérica se forma de la específica del ácido donde proviene la sal, y se cambia la terminación *oso* por *ito* e *ico* por *ato*. Permanecerán inalterables los prefijos *per*, *hipo*, *meta*, *piro*, *orto*. La palabra específica se formará del nombre del metal en genitivo o terminado en *ico*; si son dos las sales, se le termina en *oso* o en *ico*; y al igual que todos los compuestos hasta ahora vistos.

Cuando la sal es ácida, se interpone la palabra ácido entre la genérica y la específica o se antepone el prefijo *bi*, a la genérica.

Según la Unión Internacional de Química (UIQ), las sales ácidas deben nombrarse anteponiendo a la específica el término hidrógenos, indicando además el número de éstos. Por ejemplo:

K_2SO_4	—————→	<i>Sulfato de potasio o potásico.</i>
Na_2SO_4	—————→	<i>Sulfato de sodio o sódico.</i>
$Ca(ClO)_2$	—————→	<i>Hipoclorito de calcio o cálcico.</i>
$Fe(NO_3)_2$	—————→	<i>Nitrato ferroso.</i>
$Fe(NO_3)_3$	—————→	<i>Nitrato férrico.</i>
$KClO_4$	—————→	<i>Perclorato potasio.</i>
$NaHCO_3$	—————→	<i>Bicarbonato de sodio.</i>
$NaHCO_3$	—————→	<i>Carbonato ácido de sodio.</i>
NaH_2PO_4	—————→	<i>Fosfato dihidrógeno sódico.</i>
Na_2HPO_4	—————→	<i>Fosfato de hidrógeno disódico.</i>

CUESTIONARIO.

- ¿Qué entiende usted por valencia?
- Indique 3 metaloides monovalentes, 3 divalentes, 3 trivalentes y 2 tetravalentes.
- Indique el símbolo y la valencia del: cloro, oxígeno, bromo, azufre, yodo, nitrógeno, hidrógeno, flúor, fósforo y arsénico.
- Indique el símbolo y la valencia del: hierro, potasio, sodio, cobre, níquel, plata, cobalto, cinc, plomo, platino, estaño, mercurio y antimonio.
- Escriba las nombre y las fórmulas de los siguientes óxidos:

Ag ₂ O	Oxido férrico
CuO	Oxido de cadmio
Na ₂ O	Oxido potásico
FeO	Oxido estannoso
ZnO	Oxido cuproso
Al ₂ O ₃	Oxido de mercurio
Pb ₂ O	Oxido níquelico

- Escriba los nombres y las fórmulas de los siguientes anhídridos:

SO ₂	Anhídrido fosfórico.
CO ₂	Anhídrido silícico.
Cl ₂ O ₃	Anhídrido clórico.
H ₂ O	Anhídrido sulfúrico.
P ₂ O ₃	Anhídrido nítrico.
I ₂ O ₅	Anhídrido bromoso.

- Formule las siguientes bases.

Hidróxido de sodio.	Hidróxido de cinc.
“ “ potasio.	Ácido bromhídrico
“ “ calcio.	“ níquelico.
“ “ férrico	Ácido sulfúrico
“ ferroso	Ácido hipocloroso
	Ácido ortofosfórico

- Escriba el nombre y la fórmula de los siguientes ácidos:

HCl	Ácido nitroso
HNO ₃	Ácido ortofosforoso
H ₂ CO ₃	Ácido perclórico
	Ácido sulfhídrico

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

8. Escriba el nombre y la fórmula de las siguientes sales:

NaCl

BaCl₂

AgNO₃

Al(NO₃)₃

NaHCO₃

Na₃PO₄

CaSO₃

NaBr

ZnCO₃

(NH₄)₄P₂O₇

Bromuro potásico.

Sulfato sódico.

Sulfato amónico.

Bicarbonato cálcico.

Hipoclorito cálcico.

Fosfato de aluminio.

Nitrito potásico.

Fosfito sódico.

Sulfuro férrico.

Cloruro potásico