

Taller Q 2024

¿Por qué estudiar QUÍMICA?

La química se hace en todos lados, aunque pensamos que solo se realiza en los laboratorios, en realidad ocurre todos los días y tiene un gran impacto sobre lo que uno usa y hace. Hacemos química cuando pensamos, cuando cocinamos, cuando agregamos cloro a la pileta de natación o cuando se enciende el motor de un coche. Se produce una reacción química cuando un clavo se oxida, cuando las plantas convierten el dióxido de carbono y el agua en carbohidratos y energía para crecer o cuando una tableta antiácida se disuelve en agua.

Los procesos químicos se producen todos los días en la naturaleza, en nuestro cuerpo, y también en los laboratorios químicos, plantas de fabricación de productos químicos y en laboratorios farmacéuticos. Por todo esto es muy importante el estudio de la química, es decir, el estudio de la composición, estructura, propiedades y reacciones de la materia, entendiendo a esta palabra como aquella que sirve para denominar a todas las sustancias que conforman el universo.

Por lo anterior, es necesario poseer conocimientos de química para poder entender los procesos que conducen a los impactos en el ambiente y a la seguridad en el área laboral.

La química en relación con el ambiente se encarga del estudio de la vida, transporte y evolución de las sustancias y también involucra la antroposfera: las actividades humanas y el uso de sustancias que pueden potencialmente dañar al ambiente.

Los productos químicos tienen un amplio uso en toda la sociedad, con efectos tanto positivos como negativos sobre la salud, el bienestar, los aspectos socioeconómicos y el ambiente. Por ello es necesario gestionar adecuadamente el uso, traslado y almacenamiento de los productos químicos en los lugares de trabajo, a efectos de proteger la salud de los trabajadores y las personas en general.

La Química es la ciencia que estudia las sustancias, su estructura (tipos y formas de acomodo de los átomos), sus propiedades y las reacciones que las transforman en otras sustancias."

Linus Pauling (1901-1994)

Capítulo 1: La Materia

Clasificación. Propiedades. Estados de Agregación. Sistemas Materiales.

Los Materiales Químicos

Vivimos en un ambiente que nos rodea repleto de elementos que poseen naturalezas diferentes. La materia está en todas partes, en el agua que pones en la pava, en el cepillo de dientes, en el oxígeno que inhalamos y en el dióxido de carbono que exhalamos. La materia se distingue por ciertas propiedades como su aspecto, su punto de fusión y su punto de ebullición, su densidad, entre otras. Además, tiene la forma física de sólido, líquido o gas, el agua es el ejemplo más común porque es un compuesto que existe en esas tres formas, es esos tres estados: el cubito de hielo, el agua que sale de la canilla y el gas que sale del pico de la pava cuando se hierve el agua del mate.

Materia es cualquier sustancia que tiene masa y ocupa un espacio. La materia se presenta con diferentes características y, a cada una de estas variaciones que presenta, se le denomina material.

Los materiales químicos se presentan en tres estados físicos fundamentales: sólidos, líquidos y gaseosos. Un material químico es sólido cuando tiene una forma y un volumen constante. Por otro lado, se considera que un material químico es líquido cuando su forma se ve definida por el recipiente o envase que lo contiene, presentando un volumen constante. Mientras tanto, los materiales químicos gaseosos no tienen forma ni volumen propio, la forma de estos materiales químicos, depende del recipiente que los contiene y su volumen a la presión que reciben.

Hay muchos tipos de sustancias y materiales químicos, se puede clasificar a la materia según la clase de componentes que contiene. Una sustancia pura tiene una composición definida, mientras que una mezcla está formada por dos o más sustancias en cantidades variables.

Sustancias Puras

Una sustancia pura es un tipo de materia de composición definida, y hay de dos tipos: elementos y compuestos:

Los elementos son las sustancias fundamentales con las que se construyen todas las cosas materiales. La partícula más pequeña que conserva las propiedades del elemento es el átomo. Los átomos de un elemento sólido están organizados con arreglo a un patrón regular y son todos del mismo tipo. Todos los átomos de un trozo de cobre son átomos de cobre. Los átomos de un elemento en particular no se pueden dividir en átomos más simples.

Los compuestos son una combinación de dos o más elementos unidos en una determinada proporción: todas las muestras de agua, H_2O , están formadas por la misma proporción de hidrógeno y oxígeno, y en el peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , están combinados en proporciones diferentes. Tanto el H_2O como el H_2O_2 son distintos compuestos formados por los mismos elementos en diferentes proporciones.

Los compuestos pueden descomponerse en sustancias más simples, mediante la aplicación de procesos químicos, mientras que no se descomponen en sustancias más simples cuando se les aplican procesos físicos.

Los elementos no se descomponen cuando se les aplican métodos físicos o métodos químicos.

Cada material químico presenta ciertos atributos que permiten describirlo. A estas cualidades se le denominan propiedades. Estas propiedades se clasifican en "propiedades características" (intensivas) y en "propiedades no características" (extensivas). Las propiedades no características de los materiales son la masa, el volumen y la temperatura. Por otro lado, las propiedades características de los materiales son el punto de fusión, el punto de ebullición, la curva de calentamiento, la densidad y la solubilidad.

Se llama sistema material a una porción limitada de materia, dentro del universo, que se separa real o imaginariamente, para su estudio. Aun cuando el sistema haya sido separado del universo (también llamado ambiente) que lo rodea, queda circundado por un medio.

Un sistema material puede estar constituido por uno o varios materiales químicos, cada uno de ellos se denomina componentes del sistema, y pueden presentarse en distintos estados de agregación que en el sistema tienen límites definidos que pueden notarse a simple vista o con instrumentos ópticos adecuados, llamados fases. Por ejemplo: Un sistema material formado por agua, hielo y arena presenta dos componentes (agua y arena) está constituido por tres fases (agua sólida, agua líquida y arena sólida)

Mezclas

Cuando unimos dos o más sustancias obtenemos una mezcla. En la mezcla las sustancias mantienen su identidad, solo se combinan físicamente.

Existen dos tipos de mezclas:

a) Las **mezclas heterogéneas**, donde es posible distinguir las partículas de cada sustancia a simple vista o utilizando alguna herramienta como una lupa o un microscopio. Existen dos tipos de mezclas heterogéneas: las mezclas groseras y las suspensiones. Las mezclas heterogéneas pueden ser separadas por filtración, decantación, tamización, imantación y centrifugación.

b) Las **mezclas homogéneas**, las cuales presentan partículas de diferentes sustancias que no pueden ser diferenciadas. Existen dos tipos de mezclas homogéneas: las disoluciones y los coloides. Las mezclas homogéneas pueden ser separadas a través de la destilación, la evaporación, la cristalización, la cromatografía y la extracción.



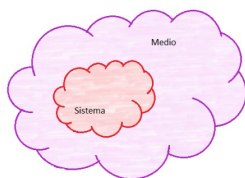
Para pensar y Responder

Proporciona ejemplos mezclas constituidas por

- 1) dos fases y dos componentes
- 2) tres fases y tres componentes
- 3) cuatro fases y tres componentes
- 4) cuatro fases y cuatro componentes

Sistemas Materiales

Un sistema material es una porción de la materia, confinada en una porción de espacio, que se ha seleccionado para su estudio, y no presentan límites muy precisos, y por eso es necesario definir esos límites, de acuerdo a las necesidades de cada situación.



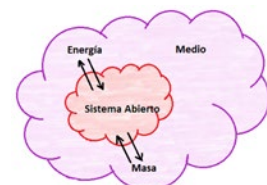
contiene al gas.

Durante el estudio del sistema material, el medio que lo rodea, esa porción del espacio en contacto con el sistema, debe ser considerado. Dado el sistema formado por un recipiente que contiene a un gas, sumergido en un baño con agua a temperatura constante (termostato), el gas es el sistema bajo estudio, el termostato representa al medio y, los límites del sistema son las paredes del recipiente que

Los sistemas materiales se pueden clasificar en función del pasaje de masa y energía entre el sistema y el medio, en abierto, cerrado y aislado.

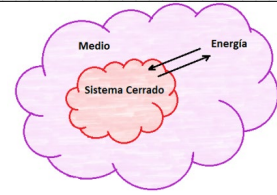
Sistema Abierto

Un sistema material se denomina abierto, cuando en el mismo se produce transferencia de masa y de energía entre el sistema y el medio



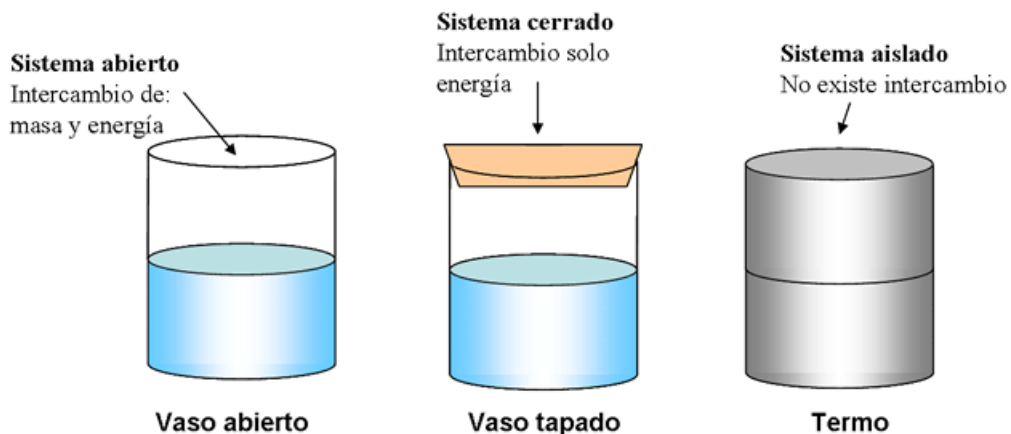
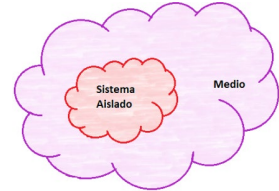
Sistema Cerrado

Un sistema material se denomina cerrado, cuando en el mismo se produce intercambio de energía entre el sistema y sin transferencia de masa entre el sistema y el medio.



Sistema Aislado

Un sistema material se denomina aislado, cuando el mismo mantiene constante su masa y su energía, sin intercambios con el medio.



Usamos la palabra materia cuando queremos referirnos al conjunto de todos los materiales que componen el universo. El suelo, los mares, el sol, las plantas y los animales están hechos de materia. Y como se definió más arriba, llamamos sistema material a cualquier parte del Universo que se toma para su estudio.

Como los sistemas que podemos encontrar presentan distintas características, los clasificamos de acuerdo con ellas. Podemos tener así sistemas homogéneos y heterogéneos.

Los sistemas son en general complejos y constan de uno o más materiales.

Cada material tiene características particulares que se llaman propiedades.

Propiedades Intensivas

Las propiedades intensivas son las propiedades que sólo dependen de la naturaleza del material, como, por ejemplo: el color, el olor, el estado físico, la temperatura de ebullición, conductividad eléctrica, etc.

Propiedades Extensivas

Las propiedades que dependen de la cantidad del material se denominan Propiedades Extensivas, y podemos mencionar como ejemplos: el volumen, la masa, la superficie, etc.

Así definidos, lo que diferencia los tipos de sistemas materiales son las propiedades intensivas. Por ejemplo, una taza con una infusión de té azucarado es un sistema homogéneo porque tiene el mismo color, sabor, estado físico, etc., en cualquier porción que se analice. Por lo tanto: *“Si las propiedades intensivas que hayamos analizado son siempre iguales, sin importar la porción del sistema que hayamos tomado, entonces diremos que el sistema es homogéneo”*.

“Si, en cambio, alguna de las propiedades intensivas es distinta en alguna parte del sistema, decimos que el sistema es heterogéneo”. Por ejemplo, en un vaso con una bebida gaseosa se pueden observar burbujas y líquido; es decir, el sistema tiene distintos estados físicos, y por lo tanto es un sistema heterogéneo. Cada una de las porciones diferentes de un sistema heterogéneo es lo que llamamos fase. Entonces, las propiedades intensivas varían,

existiendo zonas dentro del sistema en las que se producen cambios bruscos en las propiedades intensivas, o sea, se produce una discontinuidad en esas propiedades.

Así los sistemas heterogéneos presentan discontinuidades o superficies de separación entre fases. Cada fase es un sistema homogéneo porque tiene propiedades intensivas idénticas en toda su extensión.

Además, pueden existir otros sistemas materiales llamados sistemas inhomogéneos. Se parecen mucho a los sistemas heterogéneos, sólo que no hay separación de fases pues la composición varía tan gradualmente que no podemos distinguirla. Un ejemplo es la atmósfera ya que las capas que la componen no tienen una separación que pueda observarse fácilmente. La composición de los gases de la atmósfera varía muy gradual y lentamente.

Una solución (también llamada disolución) es un sistema homogéneo cuyos componentes no pueden ser separados por métodos físicos que recurran a la acción de la fuerza de gravedad (filtrado, decantación, levigación, etc.)

¿Cómo puedo saber si un sistema es homogéneo o heterogéneo? Tomemos como ejemplo la leche pasteurizada y homogeneizada. La palabra homogeneizada está diciendo que se ha tratado de lograr una “homogeneidad” en la leche, pero... ¿Por qué? La leche se obtiene por ordeño de las vacas y si se la deja reposar, en unos minutos aparece una capa de crema en la superficie del líquido, parte de esa crema se extrae y una pequeña porción queda junto a la leche. Esto constituye claramente un sistema heterogéneo. Ahora bien, se toma la leche que quedó con una pequeña porción de crema y se la somete a una presión bastante alta y se la obliga a pasar por unos tubos muy pequeñitos que provocan que la crema forme gotitas extremadamente pequeñas que se distribuyen homogéneamente por el líquido de la leche. Así obtenemos la leche homogeneizada, y surge una pregunta, ¿esta nueva presentación de la leche es verdaderamente un sistema homogéneo? Pues NO, porque si la colocamos en el ultramicroscopio, vamos a poder ver a las diminutas partículas de crema.

“Un sistema se denomina Homogéneo cuando las partículas que lo componen son invisibles al Ultramicroscopio”

El Ultramicroscopio permite observar partículas cuyo tamaño es mayor a $1 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm} = 10^{-6} \text{ m}$).

Proceso físico

En los procesos físicos, la composición química de las sustancias permanece inalterable, tan solo tiene lugar una separación de una sustancia de otra en una mezcla o un cambio de estado. Ejemplos de procesos físicos son: evaporación, fusión, destilación, filtración.

Proceso químico

Los procesos químicos implican un cambio de composición en las sustancias, es decir, tiene lugar una reacción química, en la que unas sustancias se transforman en otras de propiedades totalmente diferentes.

Al estudiar la composición de los materiales, los químicos postulan que los mismos están formados por partículas muy pequeñas e invisibles para el ojo humano. Cuando dos o más materiales se mezclan pueden formar soluciones. Las soluciones son sistemas en los cuales no pueden distinguirse sus componentes ni a simple vista ni con ultramicroscopio. Por ejemplo: el alcohol, el vinagre, la lavandina son ejemplos de soluciones muy conocidas por Uds. Todas ellas se preparan con agua y otros materiales.

Cuando un material está formado por partículas idénticas y en la misma proporción se llama sustancia. Por ejemplo: el azúcar, el hierro y la sal son sustancias. Por el contrario, la madera o el cemento no son sustancias.

Por lo tanto: las soluciones son sistemas homogéneos compuestos por más de una sustancia.



Para Pensar y Responder

- 1) Un sistema formado por una única sustancia, ¿será siempre homogéneo? ¿Por qué? Piensa a partir de las definiciones y trata de corroborar o negar usando ejemplos concretos.
- 2) Un sistema heterogéneo, ¿está siempre formado por más de una sustancia? ¿Sí? ¿No? ¿Por qué? Busca ejemplos.
- 3) Considere a la atmósfera como un sistema material, ¿se puede afirmar que es un sistema homogéneo, por qué? ¿Qué importancia toman en este ejemplo las propiedades intensivas? Mencione otro ejemplo de un sistema con estas características.
- 4) Un sistema material está formado por agua, arena, partículas de corcho y limaduras de hierro, indicar justificando:
 - a) Si el sistema es homogéneo o heterogéneo
 - b) Cantidad de fases
 - c) Cantidad de componentes
 - d) Los métodos de separación que se pueden utilizar para separar las fases.
- 5) Clasificar los siguientes sistemas en homogéneos y heterogéneos, justificando la respuesta:
 - a) Limaduras de cobre y limaduras de hierro
 - b) Tres trozos de hielo
 - c) Agua y aceite
 - d) Sal parcialmente disuelta en agua
 - e) Sal totalmente disuelta en agua
 - f) Azufre en polvo y una barra de azufre

Métodos de Fraccionamiento y Métodos de Separación de fases

Cuando nos encontramos frente a sistemas heterogéneos, muchas veces es necesario separarlos en sus fases o porciones homogéneas y, a su vez, éstas en las sustancias que los forman.

Los *Métodos de Separación de Fases y Componentes* están relacionados con técnicas distintas y llevan distintos nombres. Permiten separar los componentes de un sistema heterogéneo. Los principales son: tamización, levigación, flotación, filtración, decantación, centrifugación, disolución, separación por magnetismo, tría, entre otros. La utilización de uno o varios de ellos y su elección dependen de la destreza del operador y del tipo de sistema con el que se trabaje.

Los métodos que se usan para separar los componentes de sistemas homogéneos se llaman *Métodos de Fraccionamiento*. Basados en ellos se puede decidir si un sistema homogéneo es una solución o una sustancia pura. Si el sistema es fraccionable, se trata de una solución; de lo contrario, se tiene una sustancia pura. Algunos métodos de fraccionamiento muy comunes son: destilación simple, destilación fraccionada, cristalización, ósmosis, difusión, entre otros.

Además, existen otros métodos llamados métodos químicos mediante los cuales es posible separar algunas sustancias puras en otras más simples. Cuando esto ocurre, las sustancias puras que pudieron separarse reciben el nombre de sustancias compuestas; y las otras, sustancias simples. Por ejemplo, si se hace pasar corriente eléctrica, que es un método químico, a la sal de mesa fundida (una sustancia compuesta), se obtienen dos sustancias simples: cloro y sodio.

Ejemplos:

- 1) **Decantación**: Este método es utilizado para separar un sólido de grano grueso e insoluble de un líquido. Este método permite separar componentes que contienen diferentes fases. La separación se efectúa vertiendo la fase superior (menos densa) o la inferior (más densa).
- 2) **Centrifugación**: Método utilizado para separar un sólido insoluble de grano muy fino y de difícil sedimentación de un líquido. La operación se lleva a cabo en un aparato llamado centrífuga.
- 3) **Destilación**: Este método permite separar mezclas de líquidos miscibles, aprovechando sus diferentes puntos de ebullición. Este procedimiento incluye una evaporación y condensación sucesivas. Existen varios tipos de destilaciones, las cuales son:
 - a) Destilación simple: el proceso se lleva a cabo en una sola etapa, es decir se evapora el líquido con punto de ebullición más bajo y se condensa con ayuda de un refrigerante. Es muy útil cuando la diferencia de los puntos de ebullición de los componentes de la mezcla es grande,
 - b) Destilación fraccionada: se utiliza preferentemente cuando la diferencia en las temperaturas de ebullición de los componentes de la mezcla es pequeña, el proceso se realiza en varias etapas, utilizando una columna de destilación en la cual, se llevan a cabo continuamente numerosas evaporaciones y condensaciones. Este método es mucho más eficiente que una Destilación simple y mientras más etapas involucre mejor separación se obtiene de los componentes.
 - c) Destilación por arrastre de vapor se hace pasar una corriente de vapor a través de la mezcla de reacción y los componentes que son solubles en el vapor son separados. Entre las sustancias que se pueden separar con esta técnica podemos citar a los aceites esenciales.
- 4) **Filtración**. Permite separar un sólido de grano insoluble (de grano relativamente fino) de un líquido. Para tal operación se emplea un medio poroso de filtración o membrana que deja pasar el líquido y retiene el sólido. Los filtros más comunes son: papel filtro, fibra de asbesto, fibra de vidrio.
- 5) **Evaporación**. Este método permite separar un sólido disuelto en un líquido por incremento de temperatura hasta que el líquido hierve o ebulle y pasa al estado de vapor, quedando el sólido como residuo en forma de polvo seco. Mediante este método se obtiene la sal del mar en los estanques de arena.
- 6) **Sublimación**. Es un método utilizado en la separación de sólidos, aprovechando que alguno de ellos es sublimable (pasa del estado sólido al gaseoso). Mediante este método se obtiene el café de grano.
- 7) **Cromatografía**. La palabra Cromatografía significa "escribir en colores", ya que cuando fue desarrollada los componentes separados eran colorantes. Las técnicas cromatográficas se basan en la aplicación de la mezcla en un punto (punto de inyección o aplicación) seguido de la influencia de la fase móvil.
- 8) **Diferencia de solubilidad**. Este método permite separar sólidos de líquidos o líquidos de sólidos al contacto con un solvente que selecciona uno de los componentes de la mezcla. Este componente es soluble en el solvente adecuado y es arrastrado para su separación, ya sea por decantación, filtración, vaporización, destilación, etc. Este método es muy útil para la preparación y análisis de productos farmacéuticos.
- 9) **Imantación**. Este método aprovecha la propiedad de algún material para ser atraído por un campo magnético. Los materiales ferrosos pueden ser separados de la basura por medio de un electroimán.



Para Pensar y Responder

- 1) En un recipiente se colocan medio litro de agua, remaches de aluminio y aceite. Indicar que tipo de sistema es, cuantas fases posee, cantidad de componentes y como se debe proceder, dando el nombre del método, para separar las fases.
- 2) Un sistema se forma con partículas de iodo, sal común de cocina, polvo de carbón y limaduras de hierro. Proponga que métodos de separación utilizaría para separar las fases constituyentes. Justificar.

- 3) Proponga el ejemplo de un sistema material heterogéneo que para separar sus fases se utilicen los siguientes métodos de separación:
- Tría, atracción magnética y filtración
 - Sublimación, disolución y filtración
 - Destilación fraccionada
- 4) ¿Qué tipo de destilación se utiliza con el petróleo? ¿Por qué?

Propiedades de la Materia y Estados de Agregación de la Materia.

Propiedades Físicas

Las propiedades físicas son aquellas que se observan o miden sin afectar la identidad de una sustancia. Son ejemplos de propiedades físicas: color, olor, punto de fusión, punto de ebullición, estado a 25°C, apariencia, conducción de la electricidad, conducción del calor, densidad.

Estas propiedades están relacionadas con el estado de la materia. Todas las sustancias, bien sean materiales, elementos o compuestos, presentan un estado de agregación que va a estar determinado por las condiciones de temperatura y presión a las cuales estos se encuentren sometidos. Cada estado de agregación de la materia posee propiedades y características diferentes a los demás, como se muestra en la figura, los estados de la materia son cuatro: sólido, líquido, gaseoso y plasma; cada estado de agregación tiene un conjunto de propiedades físicas.

Un sólido tiene una forma y volumen definido, como por ejemplo un celular, una pelota. En los sólidos, las partículas están unidas por fuerzas de atracción muy grandes, por lo que se mantienen fijas en su lugar, solo vibran unas al lado de las otras.

Un líquido tiene un volumen definido y una forma indefinida adoptando la forma del recipiente que lo contiene. Por ejemplo, el agua toma la forma de la jarra o del vaso en la que se encuentra. En los líquidos, las partículas están unidas, y las fuerzas de atracción son más débiles que en los sólidos, de modo que las partículas se mueven y chocan entre sí, vibrando y deslizándose unas sobre otras.

Un gas carece de forma y de volumen determinados, adopta el tamaño y la forma del lugar que ocupa. Por ejemplo, cuando se infla un globo, el aire ocupa todo el espacio dentro de él. En los gases, las fuerzas de atracción son casi inexistentes, por lo que las partículas están muy separadas unas de otras y se mueven rápidamente y en cualquier dirección, trasladándose incluso largas distancias. La vibración de partículas es muy alta.

Un plasma se forma a presiones y temperaturas extremadamente altas, haciendo que los impactos entre partículas sean muy intensos por lo cual los electrones son separados del átomo, así el plasma es una mezcla de núcleos positivos y electrones libres que tienen la capacidad de conducir la electricidad. Ejemplos de plasma presentes en nuestro universo son el Sol, los rayos durante las tormentas, el fuego, el magma, la lava, etc.

Cambios de Estado

Cuando una sustancia cambia de estado ese cambio implica un cambio en la energía, ya sea por suministro o por liberación de energía del sistema. Por esa razón los cambios de estado pueden ser de dos tipos.

Endotérmicos. Son cambios de estado que se originan cuando al sistema se le administra energía.

- Sublimación:** es un cambio de estado directo de sólido a gas. Ejemplos: sublimación del yodo (I_2), Hielo seco (CO_2 sólido).
- Fusión:** es un cambio de estado que permite que una sustancia en estado sólido pase al estado líquido. Ejemplos: hielo derriéndose, la mantequilla derretida en un sartén, un chocolate derretido en la palma de la mano.

- c) Evaporización: es cambio de estado endotérmico que permite que una sustancia en estado líquido pase al estado gaseoso. Ejemplos: Agua hirviendo, la formación de las nubes por medio de la evaporización del agua de los ríos y mares.

Exotérmicos. Cambios de estado que se originan cuando el sistema desprende energía.

- a) Condensación: Es la conversión del estado de vapor al estado líquido. Este proceso es el inverso de la evaporización. Ejemplo: Empañamiento de una ventana.
- b) Licuefacción: Es el paso del estado gaseoso al estado líquido. Se diferencia de la condensación porque requiere altas presiones. Ejemplo: La obtención de aire líquido o de alguno de sus componentes.
- c) Solidificación: es un cambio de estado que ocurre cuando un líquido pasa al estado sólido.

Cambios de Estado de la Materia



Ejemplos: La nieve, la formación de figuras de cera, la obtención de figuras de plástico.

- d) Cristalización: es el Proceso por el cual una sustancia en estado gaseoso solidifica, sin pasar por el estado líquido formando cristales. También se utiliza el término *deposición*. Ejemplo: naftalina.

El agua, H₂O, es una sustancia que se encuentra comúnmente en tres estados de agregación. Cuando la materia experimenta un cambio físico, su estado de agregación cambiará, y su identidad y composición permanecen iguales. La forma sólida del agua, como la nieve o el hielo, tiene una apariencia diferente a la de su forma líquida o gaseosa, y en las tres formas es agua.

Ejemplos de cambios físicos:

- ✓ Cambio de estado: agua en ebullición.
- ✓ Cambio de apariencia: disolución de azúcar en agua.
- ✓ Cambio de forma: estirar un trozo de cobre hasta lograr un fino alambre.
- ✓ Cambio de tamaño: moler pimienta en partículas más pequeñas.

Densidad

La densidad es una propiedad física importante de la materia. Es la medida de cuanto masa hay contenida en una unidad de volumen. Esta relación se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

Puesto de forma sencilla, si la masa es la medida de cuanto material tiene un objeto, entonces, la densidad es la medida de cuan compactado está ese material. En el Sistema

Internacional de unidades, **SI**, se expresa como kg/m^3 , aunque generalmente se usa como g/cm^3 o g/mL para los líquidos y g/L para los gases.

Los cuerpos sólidos suelen tener mayor densidad que los líquidos y éstos tienen mayor densidad que los gases.

Una de las maneras cotidianas para ilustrar a la densidad, es a través de la observación de cualquier cosa que flote o se hunda en un líquido determinado. Si un objeto es menos denso que el líquido en donde se encuentra entonces flotará; y, si es más denso, se hundirá. Por eso es que un ancla, la cual es muy densa, o sea, con una gran cantidad de masa en poco volumen, se hunde tan rápidamente al arrojarla al agua, mientras que un corcho que tiene muy poca masa y gran volumen, flota y le cuesta hundirse, porque es menos denso que el agua.

Algunos elementos son, por naturaleza, muy densos. Este es el caso del mercurio, Hg, que es un metal que se presenta en estado líquido a temperatura ambiente, y su densidad es de $13,6 \text{ g/cm}^3$. Esto significa que, en un cubo de 1 cm de lado, lleno con mercurio, se tiene una masa de 13,6 g de mercurio.



Desafío

Se tiene un sistema material formado por 200 cm^3 de agua en el que se han mezclado 12 g de sal de mesa y 5 g de Telgopor. Indica para dicho sistema:

- ¿Es un sistema homogéneo o heterogéneo?
- ¿Qué cantidad de fases que posee?
- ¿Cuáles son sus componentes?
- ¿Qué métodos que utilizaría para obtener todas las sustancias por separado?



Respuestas

- Este sistema es heterogéneo a temperatura ambiente, el Telgopor es insoluble en agua, y esa cantidad de agua puede disolver por completo toda la sal. *¿Cómo podrías verificar si esta respuesta es correcta?*
- Hay dos fases: una es la fase formada por el agua y la sal disuelta en ella, y la otra es el Telgopor.
- Es un sistema formado por tres componentes: sal, agua y Telgopor.
- Para separar los componentes podríamos usar tría para sacar el Telgopor y luego una **destilación simple**, con lo que se separa el agua de la sal.



Para Pensar y Responder

Para cada uno de los siguientes enunciados, indica si con correctos o incorrectos y justifica tu respuesta en la columna correspondiente

| Enunciado | Correcto o Incorrecto | Justificación |
|---|------------------------------|----------------------|
| Una sustancia pura es aquella que tiene sus partículas iguales en idéntica proporción. | | |
| Un sistema heterogéneo está formado necesariamente por más de una sustancia. | | |
| La destilación es un método adecuado para separar los componentes de una solución. | | |
| La filtración es un método que se utiliza para separar sólidos que no se solubilizan en un líquido. | | |
| Los sistemas heterogéneos están formados por más de una fase. | | |
| Un sistema es homogéneo si, usando un ultramicroscopio, es imposible distinguir sus componentes. | | |
| Un sistema homogéneo que no se puede separar por métodos de fraccionamiento es una sustancia pura. | | |



Para Pensar y Responder

Para cada uno de los sistemas materiales que figuran en la columna de la izquierda, selecciona, entre los métodos de separación que figuran a la derecha, el o los métodos que te parezcan más adecuados para obtener cada componente por separado, teniendo en cuenta que se puede utilizar más de un método para separar cada sistema.

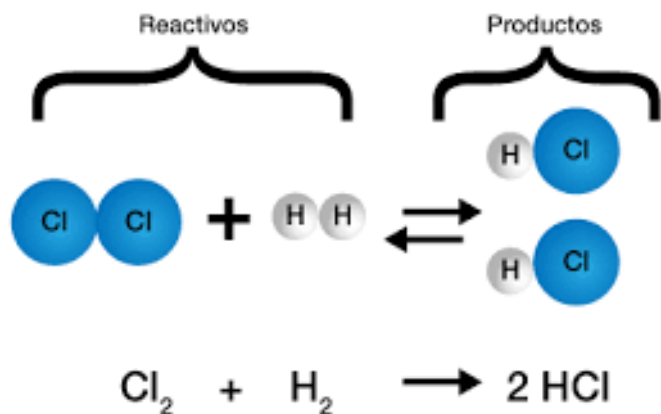
| Sistema | Método de Separación o de Fraccionamiento | | | | | | |
|-------------------------------------|---|-------------------------|------------|------|----------------|----------------------|-------------|
| | Decantación | Destilación Fraccionada | Filtración | Tría | Centrifugación | Separación Magnética | Destilación |
| Arena y Agua | | | | | | | |
| Agua y Aceite | | | | | | | |
| Azúcar disuelta en agua | | | | | | | |
| Café Molido y agua fría | | | | | | | |
| Cubito de hielo, agua, sal y arena | | | | | | | |
| Tiza en polvo y limaduras de hierro | | | | | | | |

A modo de comparación

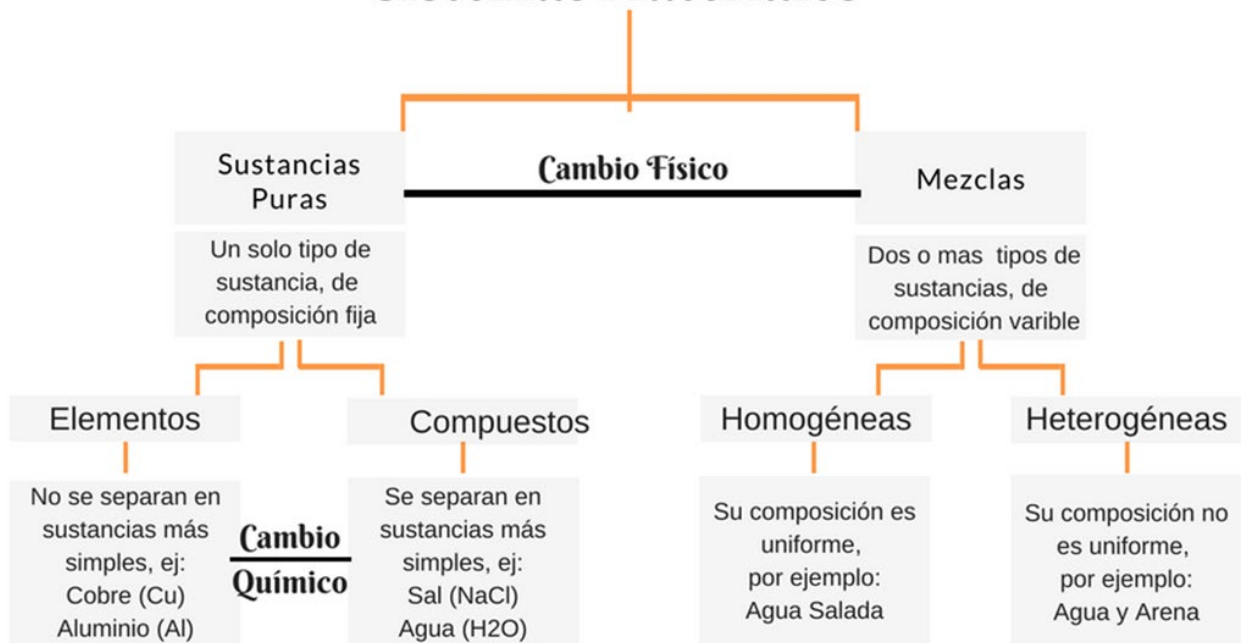
| Compuesto | Mezcla Homogénea |
|--|---|
| Las proporciones en que están los elementos dentro de los compuestos es constante. | Las proporciones de las sustancias que forman la mezcla pueden variar. |
| Tienen Propiedades Físicas constantes | Tienen propiedades físicas que varían en función de la composición de la mezcla |
| Las propiedades de los elementos que conforman un compuesto son radicalmente diferentes de las propiedades del compuesto en estudio. | Las sustancias que se mezclan conservan sus propiedades |
| Para obtener los elementos que constituyen a un compuesto se deben utilizar métodos químicos. | Las sustancias que forman una mezcla homogénea se pueden separar por métodos físicos. |

Propiedades Químicas

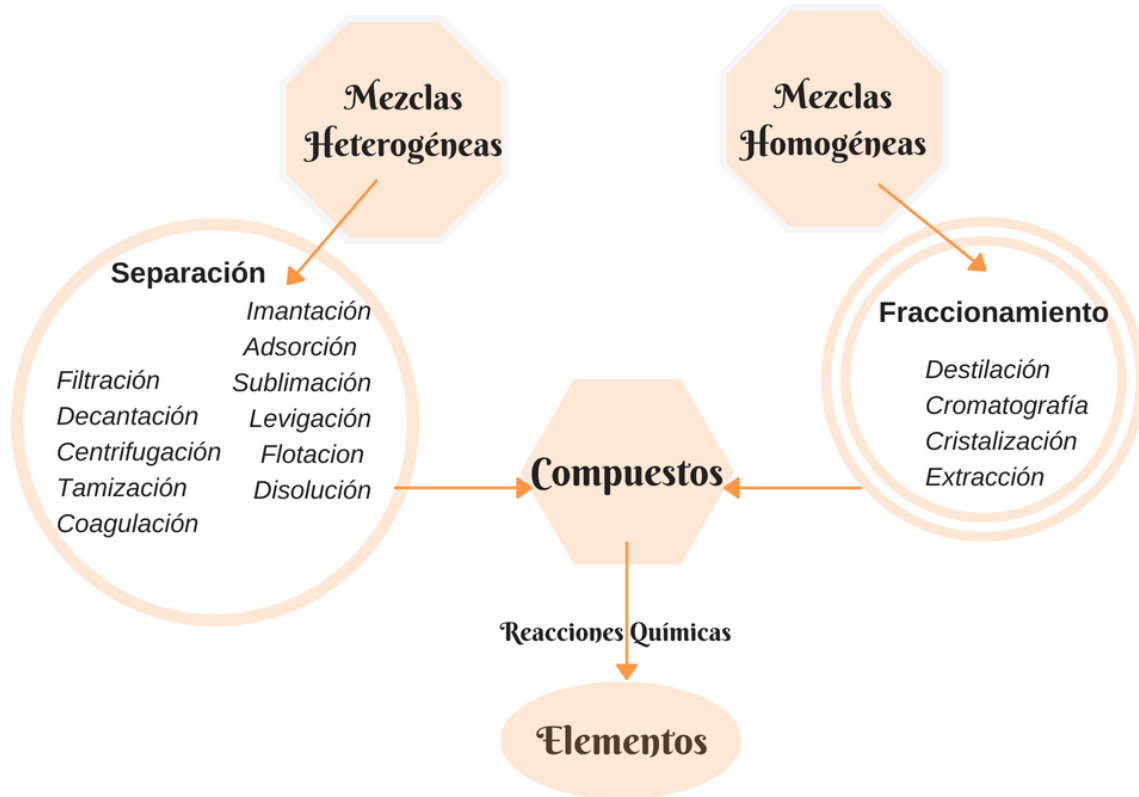
Las propiedades químicas son aquellas que describen la habilidad de una sustancia para cambiar y generar nuevas sustancias. Durante un cambio químico la sustancia original se convierte en una o más sustancias nuevas con diferentes propiedades físicas y químicas.



Sistemas Materiales



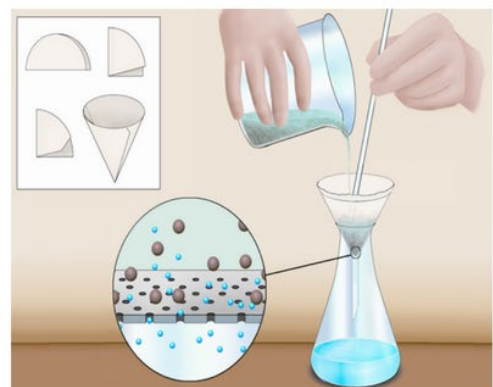
Sistemas Materiales



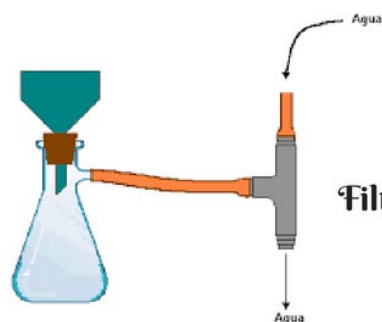
Métodos de Separación - Filtración



Filtración Casera



Filtrado con papel



Filtrado al vacío

Métodos de Separación - Centrifugación



La Centrifugación es un método que permite separar sólidos de líquidos, o líquidos de diferentes densidades mediante el uso de una centrifuga.

La centrifuga obliga a una mezcla a experimentar un movimiento rotatorio con una fuerza de mayor intensidad que la fuerza gravitacional, provocando la sedimentación del sólido o de las partículas de mayor densidad. Este es uno de los principios en los que se basa la densidad: todas las partículas, por poseer masa, se ven afectadas por cualquier fuerza. La centrifugación impone, gracias a la aceleración centrífuga, un efecto parecido al gravitacional: Las partículas experimentan una aceleración que las obliga a sedimentar.

Métodos de Separación - Decantación



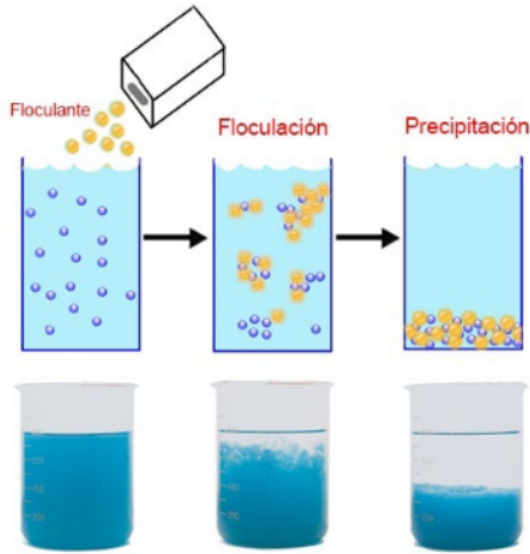
Decantación

Para separar líquidos de sólidos, las partículas cuya densidad es mayor que la del agua sedimentan en el fondo del decantador, por acción de la gravedad. Por ejemplo se puede separar una mezcla de agua y arena.

Decantación en ampolla

Para separar líquidos de distinta densidad

Métodos de Separación - Coagulación/Floculación



La **Coagulación - Floculación** es un proceso que sirve para acelerar la sedimentación de los sólidos dispersos en un solvente.

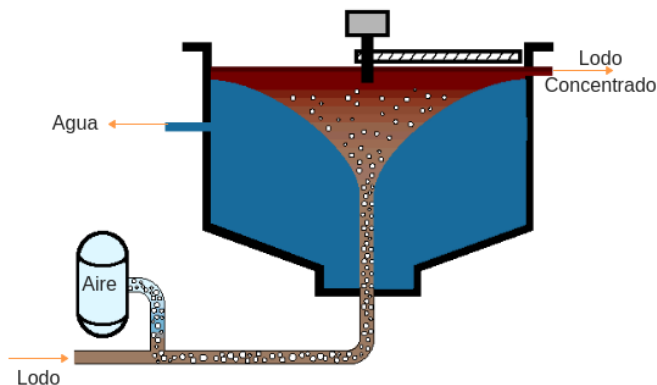
Los coagulantes atraen a las partículas pequeñas que se encuentran en suspensión (coloides), se aglutinan (agrupan) en pequeñas masas y con ayuda de los floculantes forman aglomerados, cuyo peso

específico difiere notablemente al del agua y precipitan al fondo del recipiente. Este método es de uso común en las plantas de tratamiento de aguas.

Métodos de Separación

Flotación

La **flotación** es un proceso fisicoquímico de tres fases (sólido-líquido-gaseoso) que tiene por objetivo la separación de especies minerales mediante la adhesión selectiva de partículas minerales a burbujas de aire.



Imantación



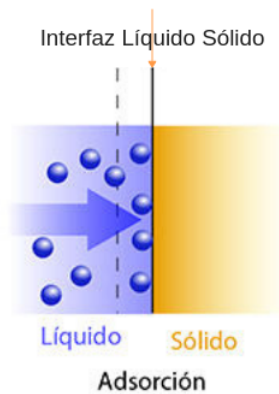
La **separación magnética** es un proceso que sirve para separar dos objetos, en la que uno debe ser ferroso o tener propiedades magnéticas y el otro no, a través del uso de separadores como imanes.



Métodos de Separación

Adsorción

Es un proceso a través del cual iones, moléculas y átomos son atrapados por una superficie. Este proceso puede definir un proceso de limpieza de un líquido, cuando un contaminante es separado de un líquido introduciendo una superficie sólida adsorbente en su interior. La cantidad de material que se acumulara dependerá del equilibrio dinámico que se alcanza entre la tasa a la cual el material es adsorbido y la tasa a la cual se evapora.



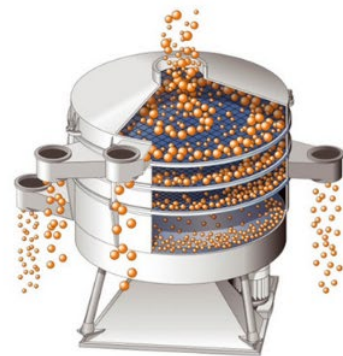
Métodos de Separación

Tamización

La **tamización** es un proceso físico que tiene por objetivo la separación de fases sólidas cuyas partículas son de diferente tamaño



Tamiz de laboratorio



Tamiz Industrial para áridos

Ejercitación

- 1) Indica en cada caso a que cambio de estado corresponde la situación propuesta:
- Luego de una fuerte lluvia en la calle se forma un charco pequeño. Al cabo de un tiempo el charco desaparece.
 - Para fabricar el acero se extrae hierro de ciertos minerales y se los somete a elevadas temperaturas para fundirlo.
 - Para formar hielo, basta con poner agua líquida en el congelador y que su temperatura descienda a cero grados.
 - Con el paso del tiempo las bolitas de naftalina que se ponen en la ropa pareciera que desaparecieran, pero su olor penetrante se puede sentir.
 - Se tiene una sustancia cuyo punto de fusión es de -5°C , mientras que el punto de ebullición es de 110°C . Indica en qué estado de agregación se encontrará a cada de las siguientes temperaturas
 - -20°C
 - 0°C
 - 100°C
 - 150°C

- 2) Completa la siguiente tabla

| Sustancia | P. Fusión $^{\circ}\text{C}$ | P. Ebullición $^{\circ}\text{C}$ | Estado de Agregación a 25°C | Estado de Agregación a -120°C |
|--------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Cloro | -101 | -34,11 | | |
| Metanol | -98 | 66 | | |
| Cloruro de Potasio | 772 | 1.407 | | |
| Hierro | 1.535 | 2.800 | | |
| Etileno | -169 | -102 | | |
| n-Nonadecano | 32 | 320 | | |

- 3) Indica si los siguientes ejemplos describen cambios físicos o químicos:
- ingestión de alimentos
 - digestión de alimentos
 - producción de compuestos orgánicos por fotosíntesis, en una planta
 - ebullición del agua
 - combustión de un papel
 - rotura de una copa
 - cocción de una torta
 - caída de una piedra
- 4) Indica cuáles de las siguientes propiedades son intensivas y cuales extensivas:
- Masa
 - punto de solidificación
 - peso
 - volatilidad
 - punto de ebullición
 - color
 - punto de fusión
 - dureza
 - volumen
 - brillo
 - densidad

- 5) longitud Indica en qué estado se encuentra una sustancia “X” que está confinada en un recipiente, a una determinada presión y temperatura y que, al ser comprimida, reduce considerablemente su volumen. Justificar.
- 6) El punto de fusión de una sustancia es: -97°C y su temperatura de ebullición es de 55°C , determina en qué estado de agregación se encuentra la sustancia en las siguientes condiciones:
- A temperatura ambiente
 - A -56°C
 - A -100°C
 - A 100°C
- 7) Completa la siguiente tabla:

| Sistema | Homogéneo | Heterogéneo | Numero de Componentes | Nº de fases |
|--------------------------------------|-----------|-------------|-----------------------|-------------|
| aceite + agua + piedras | | | | |
| azúcar parcialmente disuelta en agua | | | | |
| azúcar totalmente disuelta en agua | | | | |
| agua + limadura de hierro + hielo | | | | |
| Soda | | | | |
| querosén + agua | | | | |
| alcohol + agua | | | | |

- 8) Da un ejemplo de:
- un sistema de 3 fases y un componente.
 - un sistema. de 2 fases líq. y una sólida
 - un sistema de 1 fase y 3 componentes.
 - un sistema con 3 fases y 3 componentes.
- 9) Dados los siguientes sistemas:
- ✓ agua + sal
 - ✓ aceite + arena + carbón
- Indica cuál es homogéneo y cuál heterogéneo.
 - ¿Qué otro componente agregaría al sistema homogéneo para que lo siga siendo y al heterogéneo para transformarlo en tetra fásico?
- 10) Indica cómo separarías los siguientes sistemas:
- solución hidroalcohólica (agua y etanol)
 - agua + arena
 - petróleo + agua
 - agua + sal
- 11) Un sistema heterogéneo está formado por agua, sal, partículas de corcho y limaduras de hierro. Explica cómo procederías para obtener, por separado, las fases y los componentes del sistema.
- 12) Indicar cuales afirmaciones son falsas o verdaderas justificando la elección.
- Un sistema que a simple vista está formado por un solo tipo de partículas, es homogéneo.
 - Si el sistema tiene una sola sustancia, es homogéneo.
 - Una suspensión es un sistema heterogéneo.
 - El agua y el azúcar siempre forman un sistema homogéneo.

- e) Una solución está formada por una sola sustancia.
 f) Un ejemplo de sistema cerrado es un líquido colocado en un termo tapado.
 g) Pueden existir sistemas heterogéneos formados por una sola sustancia.
 h) La leche es un sistema homogéneo.
 i) Una sustancia está formada por dos o más elementos.
 j) Un sistema formado por cloruro férrico y agua, al ser observado por el microscopio aparece como homogéneo, por lo tanto, el sistema es una solución.
 k) Para distinguir una solución de una sustancia pura, debe realizarse un cambio de estado.
 l) Un sistema formado únicamente por gases es homogéneo.
 m) Una sustancia pura compuesta tiene un solo tipo de moléculas.
 n) Las sustancias puras no pueden tener átomos diferentes.
 o) Todas las soluciones conducen la corriente eléctrica.
 p) La solubilidad de un soluto en un solvente es la concentración de la solución saturada a una cierta temperatura.
 q) Las sustancias simples pueden fraccionarse por destilación.
 r) Las soluciones pueden fraccionarse en sustancias puras mediante métodos de separación de fases.
 s) Una sustancia pura compuesta tiene dos o más tipos de átomos
 t) Los sistemas homogéneos líquidos están formados por un solo componente.
 u) Los sistemas heterogéneos formado por un solo componente, no presentan superficie de discontinuidad (interfase)
 v) Los sistemas homogéneos se presentan en un estado de agregación definido.
 w) La superficie de discontinuidad separa dos sistemas heterogéneos.
 x) La densidad de 100 g de agua es menor que la de 500 g de agua.
 y) Los métodos de fraccionamiento permiten obtener dos o más sistemas homogéneos de un sistema heterogéneo.
 z) Si se calienta una determinada cantidad de un líquido, su volumen aumenta y en consecuencia aumenta la masa
- 13) Las siguientes propiedades han sido determinadas para un trozo de hierro. Indicar cuáles son intensivas y cuales extensivas:
- Masa: 40 g
 - Color: grisáceo brillante
 - Punto de fusión: 1.535°C
 - Volumen: 5,13 cm³
 - Insoluble en agua
 - Peso específico: 7,8 g/cm³
- 14) Se vierte en un recipiente tres sustancias X, Y Z. Las sustancias X e Y forman una solución, con lo que se tiene un sistema material homogéneo que luego de dejarlo reposar queda como muestra la figura, con esto podemos afirmar:
- | |
|---------|
| Sust. Z |
| Sl. X,Y |
- la sustancia Z es más densa que la solución formada por X e Y.
 - la sustancia Z es menos densa que la solución formada por X e Y.
 - la sustancia Z y la solución de X e Y tienen la misma densidad
 - sí X e Y son líquidos, la sustancia Z es un gas
- 15) En un intento por caracterizar una sustancia, un químico hace las siguientes observaciones: la sustancia es un metal lustroso color blanco plateado que se funde a 649°C e hierve a 1.105°C; se densidad a 20°C es de 1,738 g/cm³. La sustancia arde en aire, produciendo una

luz blanca intensa, y reacciona con cloro para producir un sólido blanco quebradizo. La sustancia se puede golpear hasta convertirla en láminas delgadas o estirarse para formar alambres y es buena conductora de la electricidad. ¿Cuáles de estas características son propiedades físicas y cuáles químicas?

- 16) Se enciende un fósforo y se sostiene bajo un trozo de metal frío. Para las observaciones detalladas más abajo, diga ¿Cuáles de estos procesos se deben a cambios físicos y cuáles a cambios químicos?:
- a) el fósforo arde
 - b) el metal se calienta
 - c) se condensa agua en el metal
- 17) En los siguientes videos <https://bit.ly/3rzsqrBR> y <https://bit.ly/31rk125> se muestran Métodos de Fraccionamiento y Métodos de Separación, después de verlos responde las siguientes cuestiones:
- a) ¿En cuáles de los métodos se utilizan cambios de estado de agregación de la materia, como parte del proceso? Nombra los cambios de estado indicando si son Endotérmicos o Exotérmicos.
 - b) En los métodos mecánicos de separación, ¿siempre se mantiene el estado de agregación del componente?
 - c) ¿Cuáles de los métodos de separación podés reconocer que se usan en tu casa?
 - d) ¿Qué usos tienen los métodos de fraccionamiento?

Capítulo 2: Los Números en Química

Medidas y Magnitudes. Sistema Internacional de Unidades. Notación Científica.

Medidas

En ciencias usamos las medidas para comprender el mundo que nos rodea. Los científicos miden las cantidades de los materiales que conforman todo nuestro universo. Al aprender acerca de la medición se desarrollan habilidades para resolver problemas y trabajar con números en química. Los profesionales tienen que tomar decisiones a partir de datos. Esto implica realizar mediciones precisas de longitud, volumen, masa, temperatura y tiempo.

Una **unidad de medida** es una cantidad estandarizada de una determinada magnitud física, definida y adoptada por convención o por ley.

Un valor de medición se compone de tres partes

- 1) La cantidad numérica
- 2) La unidad
- 3) El nombre de la sustancia

125 mg de Vitamina C

Cantidad Numérica

Unidad

Nombre de la Sustancia

Sistema Internacional de Unidades

El sistema internacional de unidades, SI, es el sistema coherente de unidades adoptado y recomendado por la Conferencia General de Pesas y Medidas.

El sistema métrico es usado por científicos y profesionales en todo el mundo. En 1.960, los científicos adoptaron una modificación del sistema métrico llamada Sistema Internacional de Unidades, SI, para uniformar las unidades de todo el mundo. Este sistema se basa en el sistema decimal.

Un sistema se construye a partir de ciertas unidades llamadas fundamentales o básicas, cada una de ellas representa una magnitud física susceptible de ser medida. Son ejemplos de unidades básicas: longitud, masa, temperatura, tiempo.

Las unidades que se obtienen por combinación de una o más unidades básicas se denominan unidades derivadas, como, por ejemplo: área, volumen, densidad, velocidad, aceleración.

| Unidad básica (símbolo) | Magnitud física básica [Símbolo de la magnitud] | Definición Derivada |
|----------------------------|--|---|
| Metro (m) | longitud [L] | Es la longitud del trayecto recorrido por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de 1/299.792.458 de segundo. |
| Kilogramo (kg) | masa [M] | Antes se usaba un prototipo internacional que no mantenía constante su masa y se cambió por la definición técnica basada en la constante de Planck, h . |

| | | |
|--------------|-------------------------------|--|
| Segundo (s) | tiempo [T] | El segundo (s) es la duración de 9.192.631.770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio ¹³³ . |
| Kelvin (K) | temperatura termodinámica [Θ] | Es igual a la variación de temperatura termodinámica que da lugar a una variación de energía térmica $k.T$ de $1,380649 \times 10^{-23}$ J. [basada en la constante de Boltzmann] |
| Mol (mol) | cantidad de sustancia [N] | Es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene $6,02214076 \times 10^{23}$ entidades elementales especificadas. [Basada en la Constante de Avogadro $N_A = 6,02214076 \times 10^{23}$ /mol] |
| Amperio (A) | corriente eléctrica [I] | Es la corriente eléctrica correspondiente al flujo de $1/(1,602176634 \times 10^{-19}) = 1,602176634 \times 10^{18}$ cargas elementales por segundo. |
| Candela (cd) | intensidad luminosa [J] | Es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz y tiene una intensidad radiante en esa dirección de $1/683$ W/sr (Watt/ estereorradián). |

Unidades SI derivadas

Las unidades SI derivadas se definen de forma que sean coherentes con las unidades básicas y suplementarias, es decir, se definen por expresiones algebraicas bajo la forma de productos de potencias de las unidades SI básicas y/o suplementarias con un factor numérico igual 1.

Varias de estas unidades SI derivadas se expresan simplemente a partir de las unidades SI básicas y suplementarias. Otras han recibido un nombre especial y un símbolo particular.

Si una unidad SI derivada puede expresarse de varias formas equivalentes utilizando, bien nombres de unidades básicas y suplementarias, o bien nombres especiales de otras unidades SI derivadas, se admite el empleo preferencial de ciertas combinaciones o de ciertos nombres especiales, con el fin de facilitar la distinción entre magnitudes que tengan las mismas dimensiones. Por ejemplo, el Hertz se emplea para la frecuencia, con preferencia al segundo a la potencia menos uno, y para el momento de fuerza, se prefiere el newton metro al joule.

Unidades SI derivadas expresadas a partir de unidades básicas y suplementarias

Ejemplos

| Magnitud | Nombre | Símbolo |
|----------|----------------------------|-------------------|
| Área | metro cuadrado | m ² |
| Volumen | metro cúbico | m ³ |
| Densidad | Kilogramo por metro cúbico | kg/m ³ |

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Concentración Molar | Mol por metro cúbico | mol/m ³ |
| Velocidad | metro por segundo | m/s |
| Aceleración | metro por segundo cuadrado | m/s ² |
| Número de ondas | metro a la potencia menos uno | m ⁻¹ |
| Energía, Trabajo, Cantidad de calor | Joule | J |
| Velocidad angular | radián por segundo | rad/s |
| Aceleración angular | radián por segundo cuadrado | rad/s ² |

Para expresar cantidades mayores o menores que las unidades básicas se utilizan prefijos. Por ejemplo, mili significa 1/1.000 o 0,001 veces la unidad básica. En la tabla siguiente se muestran los prefijos de uso más común y sus equivalencias.

Tabla de múltiplos y submúltiplos Prefijos del SI y SIMELA (Ley 19.511)

| 10 ⁿ | Prefijo | Símbolo | Escala Corta | Escala Larga | Equivalencia Decimal en los Prefijos del SI | Asignación |
|-------------------|---------|---------|-----------------|---------------------------|---|------------|
| 10 ²⁴ | yotta | Y | Septillón | Cuatrillón | 1.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1991 |
| 10 ²¹ | zetta | Z | Sextillón | Mil trillones | 1.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1991 |
| 10 ¹⁸ | exa | E | Quintillón | Trillón | 1.000.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1975 |
| 10 ¹⁵ | peta | P | Cuatrillón | Mil billones | 1.000.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1975 |
| 10 ¹² | tera | T | Trillón | Billón | 1.000.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1960 |
| 10 ⁹ | giga | G | Billón | Mil millones (o millardo) | 1.000.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1960 |
| 10 ⁶ | mega | M | Millón | | 1.000.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1960 |
| 10 ³ | kilo | k | Mil | | 1.000.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1795 |
| 10 ² | hecto | h | Centena | | 100.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1795 |
| 10 ¹ | deca | da / D | Decena | | 10.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1795 |
| 10 ⁰ | ninguno | | Unidad | | 1.000.000.000.000.000.000.000.000 | |
| 10 ⁻¹ | deci | d | Décimo | | 0,1.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1795 |
| 10 ⁻² | centi | c | Centésimo | | 0,01.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1795 |
| 10 ⁻³ | mili | m | Milésimo | | 0,001.000.000.000.000.000.000.000.000 | 1795 |
| 10 ⁻⁶ | micro | μ | Millonésimo | | 0,000.000.000.000.000.000.000.000 | 1960 |
| 10 ⁻⁹ | nano | n | Billonésimo | Milmillonésimo | 0,000.000.000.000.000.000.000.000 | 1960 |
| 10 ⁻¹² | pico | p | Trillonésimo | Billonésimo | 0,000.000.000.000.000.000.000.000 | 1960 |
| 10 ⁻¹⁵ | femto | f | Cuatrillonésimo | Milbillonésimo | 0,000.000.000.000.000.000.000.000 | 1964 |
| 10 ⁻¹⁸ | atto | a | Quintillonésimo | Trillonésimo | 0,000.000.000.000.000.000.000.000 | 1964 |
| 10 ⁻²¹ | zepto | z | Sextillonésimo | Miltrillonésimo | 0,000.000.000.000.000.000.000.000 | 1991 |
| 10 ⁻²⁴ | yocto | y | Septillonésimo | Cuatrillonésimo | 0,000.000.000.000.000.000.000.000 | 1991 |

En la tabla se puede observar que existen dos escalas diferentes, la Escala Corta y la Escala Larga.



¿Por qué existen estas dos Escalas?

Existen dos escalas diferentes porque en diferentes partes del mundo se utilizan nombres diferentes para las potencias de 10.

Escala Larga

Se refiere a un sistema de nombres numéricos y fue creada por el matemático francés Nicolas Chuquet en el siglo XV y está basada en potencias de 1 millón, tal que 1 billón = 1 millón². Se utiliza en Europa continental y en la América hispanohablante, entre otros, así en Argentina usamos esta escala.

Cada nuevo nombre en la escala numérica por encima de un millón (10^6) es 1 millón de veces mayor al anterior.

Escala Corta

Cada nuevo nombre en la **escala** numérica por encima de un millón (10^6) es mil veces mayor al anterior. Así, un billón son mil millones (10^9), un trillón son mil billones (10^{12}), etc. Se usa en la mayoría de los países de habla inglesa.

| Diferencia entre millones, billones y trillón en escalas numéricas Corta y Larga | | |
|--|--------------|-------------------------|
| Valor | Escala Corta | Escala Larga |
| 1 | uno | uno |
| 1.000 | mil | mil |
| 1.000.000 | millón | millón |
| 1.000.000.000 | billón | mil millones o millardo |
| 1.000.000.000.000 | trillón | billón |
| 1.000.000.000.000.000 | cuatrillón | mil billones |
| 1.000.000.000.000.000.000 | quintillón | trillón |

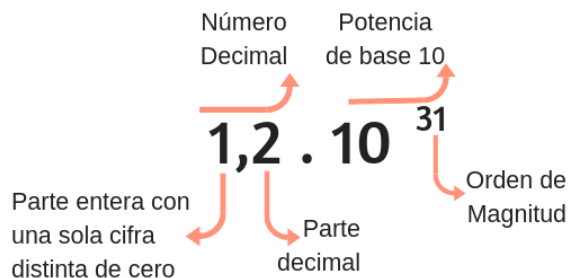
Un billón anglosajón (Escala Corta) son mil millones en la Escala Larga, que es la que nosotros utilizamos en Argentina.

Es muy importante conocer la existencia y la relación entre estas dos escalas porque, según sea el autor de una investigación o de un libro, hablará conforme a la escala aceptada en su país. Esto es especialmente importante en el área de Contaminación Ambiental, donde se manejan números muy pequeños y es necesario saber en qué escala están expresados.

Notación Científica

En química y en ciencias, en general, las mediciones implican números que pueden ser muy pequeños o extremadamente grandes. Por ejemplo, el ancho de un cabello humano es de aproximadamente 0,000008 m, la luz viaja a 30.000.000.000 cm/s. Para estas cantidades es conveniente usar la notación científica, expresando los números como potencia de 10.

Un número escrito en notación científica consta de dos partes: un coeficiente que varía entre 1,0 y 9,9 y una potencia en base 10.



Por ejemplo, el número 3.100,0 en notación científica se escribe $3,1 \cdot 10^3$, donde 3,1 es el coeficiente y 10^3 muestra la potencia. El coeficiente se determina moviendo la coma tres lugares a la izquierda para dar un número entre 1,0 y 9,9 y puesto que movimos el punto decimal tres lugares a la izquierda la potencia de base 10 es un 3 positivo.

Gráficamente: $6.400.000 = 6,4 \cdot 10^6 = 6,4 \times 10^6$

Cuando un número menor que 1 se escribe en notación científica, el exponente de la potencia de base 10 es negativo. Por ejemplo, para escribir el número 0,00073 en notación científica, movemos la coma cuatro lugares hacia la derecha para dar un coeficiente de 7,3, que está entre 1,1 y 9,9 y la potencia será 4 negativo, es decir, $7,3 \cdot 10^{-4}$

Gráficamente: $0,0000052 = 5,2 \cdot 10^{-6} = 5,2 \times 10^{-6}$

Magnitudes

Magnitudes Básicas

➡ Longitud

Su unidad básica es el metro, **m**. También se usan el centímetro, **cm**, el milímetro, **mm**, el kilómetro, **km**, que son múltiplos o submúltiplos del metro. Las siguientes son equivalencias muy utilizadas:

$1 \text{ m} \equiv 100 \text{ cm} \equiv 1.000 \text{ mm}$

$1 \text{ cm} \equiv 10 \text{ mm}$

$1 \text{ km} \equiv 1.000 \text{ m}$

$1 \text{ Angstrom } (\text{Å}) \equiv 10^{-10} \text{ m} \equiv 0,1 \text{ nanómetro} = 0,1 \text{ nm}$

$1 \text{ metro (m)} \equiv 10^{10} \text{ Angstrom } (\text{Å})$

$1 \text{ metro (m)} \equiv 10^9 \text{ nanómetro} = 10^9 \text{ nm}$

| MÚLTIPLOS | | | BASE | SUBMÚLTIPLOS | | |
|-----------|------------|-----------|-------|--------------|------------|-----------|
| kilómetro | hectómetro | decámetro | METRO | decímetro | centímetro | milímetro |
| km | hm | dam | m | dm | cm | mm |
| 1000 m | 100 m | 10 m | 1 m | 0.1 m | 0.01 m | 0.001 m |

Mayores que el metro Menores que el metro

⇒ Tiempo

Su unidad básica es el segundo, **s**. También se usa el minuto (min), la hora (h), el día. Estos últimos se relacionan a partir del segundo

1 hora = 1 h \equiv 60 segundos = 60 s

1 día \equiv 24 h \equiv 1.440 min \equiv 86.400 s

1 semana \equiv 7 días

1 año \equiv 365 días \equiv 52 semanas \equiv 8.760 h \equiv 525.600 min \equiv 31.536.000 s

1 lustro \equiv 5 años

1 década \equiv 10 años

1 siglo \equiv 10 décadas \equiv 100 años

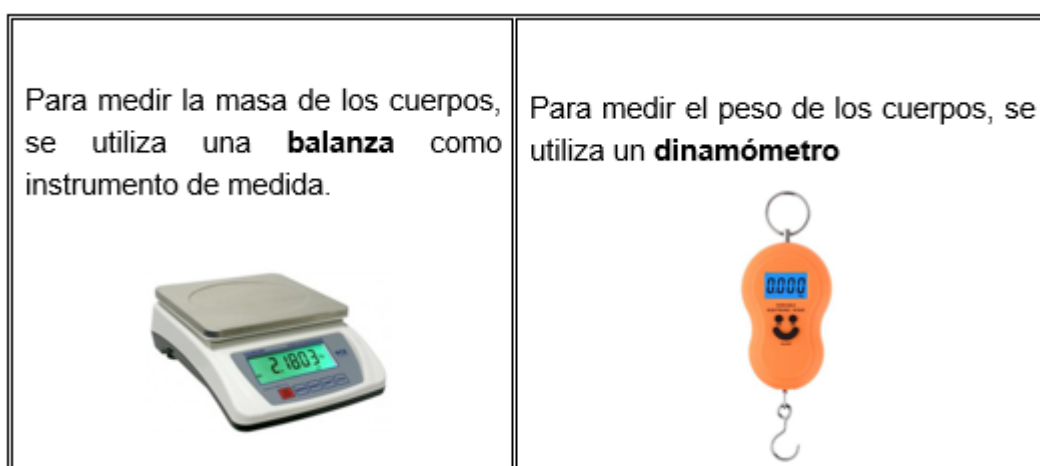
En el caso de mes, si bien es sabido que hay meses con 28, 29 y 31 días, los ejercicios los resolvemos considerando que todos los meses tienen 30 días.

⇒ Masa y Peso

Todos los cuerpos están constituidos por materia, y ¿cómo saber si un cuerpo tiene más materia que otro?, es decir, ¿cómo medir la cantidad de materia que hay en un cuerpo? A la cantidad de materia de un cuerpo se la define como masa de un cuerpo.

El peso de un cuerpo es la fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo y, el valor de esta fuerza depende de la masa del cuerpo. En un ropero de madera hay más materia que en una regla de madera, el ropero pesa más que la regla porque al tener más masa la Tierra atrae al ropero con mayor fuerza.

La masa y el peso de un cuerpo son propiedades diferentes y son dos magnitudes relacionadas entre sí. Si se comparan las masas de dos cuerpos en el mismo lugar de la Tierra se observa que: *“Si las masas de dos cuerpos son iguales, los pesos son iguales. Si un cuerpo tiene más masa que el otro, entonces, el que tiene mayor masa tiene mayor peso”* sin lugar a dudas, podemos afirmar que la masa y el peso son dos magnitudes directamente proporcionales.



La unidad básica de masa, en el Sistema Internacional de Unidades, **SI**, es el kilogramo, **kg**. También se usan el gramo, g, el miligramo, mg, entre otros.

| Múltiplos y submúltiplos más utilizados del kilogramo | | | |
|---|---------|---------------|--------------|
| Unidades | Símbolo | Equivalencias | |
| Kilogramo | kg | 1 kg | 10^0 kg |
| Hectogramo | hg | 0,1 kg | 10^{-1} kg |
| Decagramo | dag | 0,01 kg | 10^{-2} kg |
| Gramo | g | 0,001 kg | 10^{-3} kg |
| Decigramo | dg | 0,0001 kg | 10^{-4} kg |
| Centigramo | cg | 0,00001 kg | 10^{-5} kg |
| Miligramo | mg | 0,000001 kg | 10^{-6} kg |

La masa y la cantidad de materia de un cuerpo se mantienen constantes en cualquier lugar de la Tierra, mientras que el peso difiere según el lugar donde se encuentre el cuerpo.

⇒ Mol

Otra unidad básica del SI es **mol**, que es usada fundamentalmente por los químicos para medir la cantidad de sustancia.

Cantidad de sustancia de exactamente $6,02214076 \times 10^{23}$ entidades elementales. Esta cifra es el valor numérico fijo de la constante de Avogadro, N_A , cuando se expresa en la unidad mol^{-1} . [$N_A=6,02214076 \cdot 10^{23} / \text{mol}$].

Cuando se usa el mol, las entidades elementales deben especificarse y pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones, o cualquier otra partícula o grupo especificado de partículas.

A esta constante se le dio el nombre de Constante de Avogadro, N_A , en honor a Amedeo Avogadro, quien formuló la llamada ley de Avogadro, que dice que «volúmenes iguales de distintos gases bajo las mismas condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas» y desde esta investigación, surgió el N_A .

1 mol de cualquier sustancia contiene $6,022 \cdot 10^{23}$ partículas de dicha sustancia.

| | | |
|---|--------|-----------|
| 80 | 200,59 | |
| | 1,2 | |
| 357 | | Hg |
| -38,4 | | |
| 16,6 | | |
| [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² | | |
| Mercurio | | |

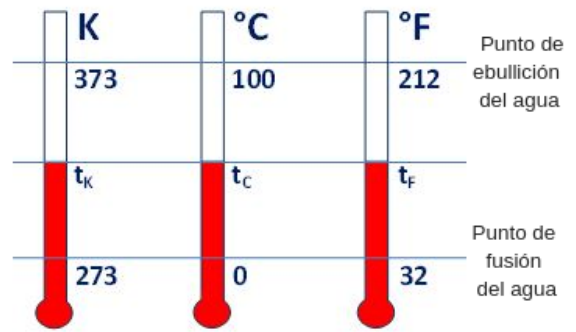
1 mol de átomos de mercurio tiene una masa de 200,59 g y contiene $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos de mercurio.



➡ Temperatura

La unidad básica de temperatura es el kelvin, **K**, es la unidad de temperatura de la escala creada por William Thomson, Lord Kelvin, en el año 1.848 sobre la base de la escala en grados Celsius, estableciendo el punto cero en el “Cero Absoluto”, $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, conservando la misma dimensión.

En otros países también se usa la escala Fahrenheit para dar el pronóstico del tiempo.



| Nombre | Símbolo | Temperatura de Referencia | Equivalencia |
|-------------------|--------------------|---|--|
| Escala Celsius | $^{\circ}\text{C}$ | Punto de congelación del agua, o fusión del hielo, 0°C , y ebullición del agua, 100°C . | $t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$ |
| Escala Kelvin | K | Cero Absoluto, la temperatura más baja posible. | $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15$ |
| Escala Fahrenheit | $^{\circ}\text{F}$ | Punto de congelación de una mezcla anticongelante de agua y sal, a la temperatura del cuerpo humano. | $T(^{\circ}\text{F}) = 1,8 \cdot t(^{\circ}\text{C}) + 32$ $t(^{\circ}\text{C}) = [T(^{\circ}\text{F}) - 32]/1,8$ |



Desafíos

- Un amigo extranjero te escribe diciendo que está engripado y que alcanzó una temperatura de 104°F . ¿Debería consultar nuevamente al doctor? ¿Cuántos grados Celsius son?
- ¿Qué temperatura en grados Celsius hay en Londres si en las noticias dicen que están a 54°F ?
- La temperatura de ebullición del etanol es de $78\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Cuál es su temperatura en kelvin?
- El gas noble helio, licúa a $4,2\text{ K}$. Expresa esta temperatura en grados Celsius y en grados Fahrenheit.
- En las noticias avisan que en EEUU se aproxima una helada y que se pueden alcanzar temperaturas de hasta $10\text{ }^{\circ}\text{F}$. ¿Cuál será la temperatura en grados Celsius?

Magnitudes Derivadas o Compuestas

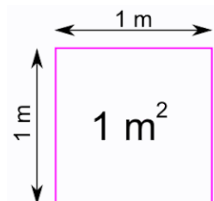
➡ Área

La unidad básica es el metro cuadrado, m^2 . También se usa el centímetro cuadrado, cm^2 , el milímetro cuadrado, mm^2 , el kilómetro cuadrado, km^2 , y hectómetro cuadrado, hm^2 , también denominada hectárea, **ha**.

$$1\text{ m}^2 \equiv 10.000\text{ cm}^2 \equiv 1.000.000\text{ mm}^2$$

$$1\text{ km}^2 \equiv 1.000.000\text{ m}^2$$

$$1\text{ ha} \equiv 10.000\text{ m}^2$$

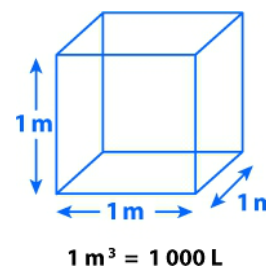


| Unidades de Área - Múltiplos y submúltiplos del metro cuadrado | | |
|--|----------------------|--------------------------|
| Unidades | Símbolo | Equivalencias |
| kilómetro cuadrado | km ² | 1.000.000 m ² |
| hectómetro cuadrado | hm ² | 10.000 m ² |
| decámetro cuadrado | dam ² | 100 m ² |
| metro cuadrado | m² | 1 m² |
| decímetro cuadrado | dm ² | 0,01 m ² |
| centímetro cuadrado | cm ² | 0,001 m ² |
| milímetro cuadrado | mm ² | 0,000001 m ² |

➡ Volumen

Su unidad básica en el SI es el metro cúbico, **m³**. El volumen es una magnitud muy usada y se define como la cantidad de espacio que ocupa una sustancia.

El metro cúbico es el volumen de un cubo cuyos lados miden 1 m de largo. También se usan las unidades decímetro cúbico, dm³, centímetro cúbico, cc³, milímetro cúbico, mm³. Así mismo se utilizan el litro, L, y el mililitro, mL, que son medidas de capacidad.



Puede ser útil: $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^9 \text{ mm}^3$

$1 \text{ m}^3 \equiv 1.000 \text{ L} \equiv 1 \text{ kL}$

$1 \text{ L} \equiv 1.000 \text{ cm}^3$

$1 \text{ dm}^3 \equiv 1 \text{ L}$

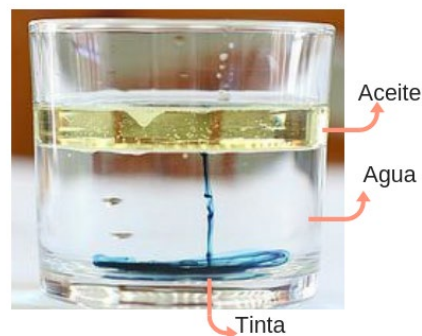
$1 \text{ cm}^3 \equiv 1 \text{ mL}$

| Unidades de Volumen Múltiplos y submúltiplos del metro cúbico | | |
|--|----------------------|------------------------------|
| Unidades | Símbolo | Equivalencias |
| kilómetro cúbico | km ³ | 1.000.000.000 m ³ |
| hectómetro cúbico | hm ³ | 1.000.000 m ³ |
| decámetro cúbico | dam ³ | 1.000 m ³ |
| metro cúbico | m³ | 1 m³ |
| decímetro cúbico | dm ³ | 0,001 m ³ |
| centímetro cúbico | cm ³ | 0,000001 m ³ |
| milímetro cúbico | mm ³ | 0,000000001 m ³ |

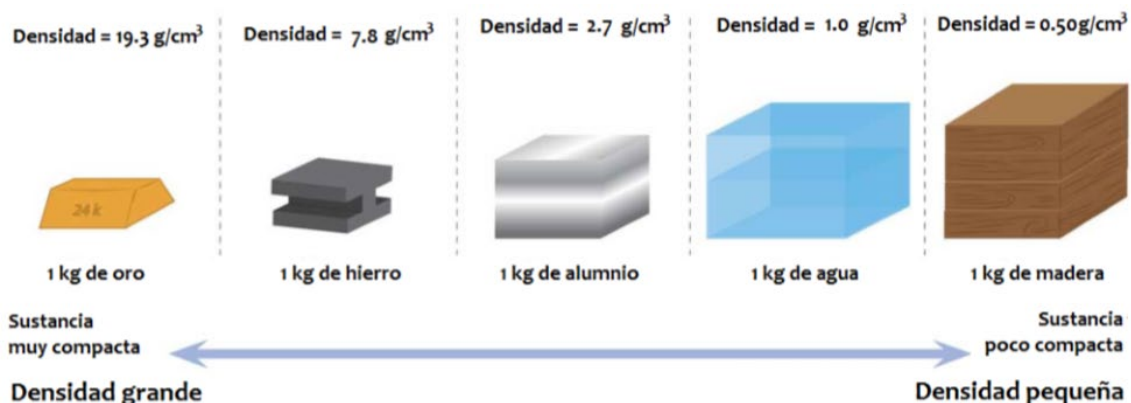
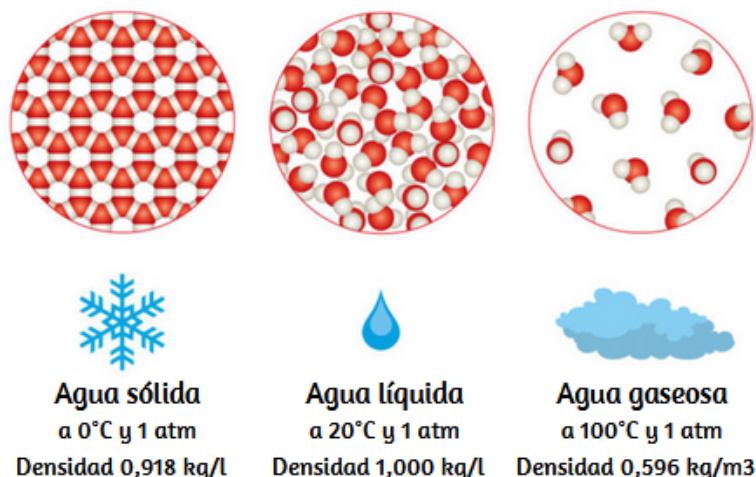
➡ Densidad

Como hemos visto anteriormente, la densidad es una característica importante de la materia, es una de sus propiedades intensivas y expresa la relación entre la masa de una sustancia y el volumen que ocupa esa masa. Permite que nos hagamos una idea de cuán compacta es una sustancia

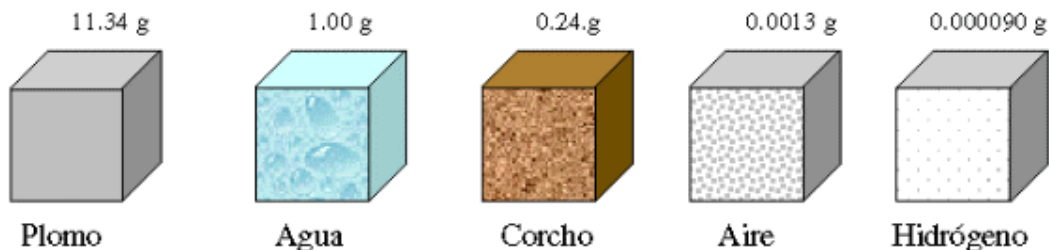
$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$



El valor de la densidad de un compuesto, varía según el estado de agregación en el que se encuentra



Masa de plomo, agua, corcho, aire e hidrógeno presente en un cubo de 1cm³ de volumen.



Observando la figura se deduce que el corcho tiene una densidad de $0,24 \text{ g/cm}^3$, mientras que la densidad del agua es de 1 g/cm^3 , por lo tanto, es fácilmente comprobable que un corcho flote en agua ya que la densidad del agua es mayor que la del corcho. Por el contrario, el plomo tiene una densidad de $11,34 \text{ g/cm}^3$, la cual es mucho mayor que la del agua, por lo que, una esfera de plomo se hundirá en el agua.

Video de densidad: https://www.youtube.com/watch?v=sy1_rVAzZBU



Desafío

Resuelve los siguientes ejercicios:

Ejercicio A

Diámetro pelota de goma: 21 cm
Diámetro bola de metal: 12 cm
Masa pelota de goma = masa bola de metal
masa = 150 g

¿Cuál es la Densidad de la goma?
¿Cuál es la Densidad del metal?

GOMA METAL

GOMA METAL

Ejercicio B

Diámetro pelota de goma: 15 cm
Diámetro bola de metal: 15 cm
Valores de densidad: los calculados en el ejercicio anterior

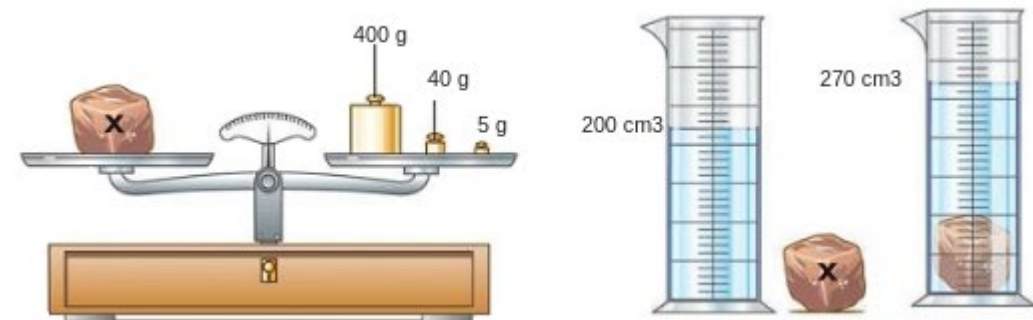
¿Cuál es la masa de goma y cual es la masa de metal presente en cada esfera?



Desafío

Resuelve los siguientes ejercicios:

Observando la siguiente figura y los datos que contiene, ¿cuál es la densidad del cobre, calculada experimentalmente?



➡ Presión

Su unidad básica es el Pascal, Pa. También se usa la atmósfera, atm, el milímetro de mercurio, mmHg, el hectopascal, hPa y el milibar, mb.

Puede serte útil:

$$1 \text{ atm} \equiv 760 \text{ mmHg} \equiv 101325 \text{ Pa} \equiv 1013,25 \text{ hPa}$$

$$1 \text{ Pascal} \equiv 0,01 \text{ hectopascal} \equiv 0,01 \text{ milibar} \equiv 10^{-5} \text{ bar} \equiv 1 \text{ kg/ms}^2$$

$$1 \text{ bar} \equiv 100 \text{ kPa}$$



Desafío

La estación meteorológica indica una presión atmosférica de 998,9 hPa ¿Podría decirse que la presión es alta o baja respecto a la considerada normal?



Desafío

En la siguiente tabla se muestran los datos del pronóstico del clima pronóstico para cinco días. Analizando los datos, ¿podés encontrar alguna relación entre ellos?

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura máxima (°C) | 9 | 13 | 17 | 16 | 18 |
| Temperatura mínima (°C) | 1 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| Viento (km/h) | 19 | 21 | 25 | 45 | 32 |
| Presión atmosférica (Hpa) | 1.023 | 1.017 | 1.011 | 1.004 | 1.002 |

Factores de conversión

Muchos problemas en química requieren un cambio de unidades. Para realizar esto debemos escribir la equivalencia en forma de una fracción llamada factor de conversión. Una de las cantidades es el numerador y la otra es el denominador y hay que asegurarse de incluir las unidades cuando se escriban los factores de conversión.

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}, \text{ factores de conversión: } \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \text{ y } \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}, \text{ factores de conversión: } \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \text{ y } \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}$$

El factor de conversión es la relación entre la nueva unidad y la unidad original

Para convertir unidades se debe multiplicar la cantidad conocida y sus unidades por uno o más factores de conversión.



Si empleas dos horas en realizar tu tarea, ¿en cuántos minutos realizas la tarea?

Resolución: $2h \times \frac{60 \text{ min}}{1 h} = 120 \text{ min}$

Respuesta: tardo 120 min en realizar mi tarea

Recomendaciones para la resolución de problemas con factores de conversión:

- 1) Buscar la unidad dada y la unidad deseada.
- 2) Decidir el plan de unidades y plantear el factor de conversión.
- 3) Plantear el problema y resolverlo.



La cantidad recomendada de sodio en la dieta es de 2400 mg. ¿A cuántos gramos de sodio equivale esta cantidad?

- 1) Unidad dada: mg; Unidad deseada: g
- 2) Ambas son unidades del sistema métrico/SI y los factores de conversión son: 1g/1000mg y 1000mg/1g.

3) $2400 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 2,4 \text{ g}$

Respuesta: Equivale a 2,4 g de sodio

- c) ¿Cuántos viajes de la Tierra a Neptuno hay que hacer para recorrer tanta distancia como el radio del Universo Observable?
- d) ¿Cuántos virus de la gripe podemos poner en fila desde la Tierra hasta la Luna?
- 7) La edad del Sol es de aproximadamente $5 \cdot 10^9$ años, sin embargo, hay cuerpos que pueden tener hasta cuatro veces la edad del Sol. ¿Cuál es la edad de estos cuerpos?
- 8) ¿Cuánto tiempo, medido en segundos, ha transcurrido desde el nacimiento del Sol?
- 9) Se calcula que en la Vía Láctea hay aproximadamente $1,2 \cdot 10^{11}$ estrellas. ¿Cuántos años te tomaría contar todas esas estrellas, si cuentas una por segundo?
- 10) La biblioteca del Congreso tiene aproximadamente 59 millones de libros. Si cada libro tiene en promedio 270 páginas, ¿cuántas páginas habrá en total en la Biblioteca del Congreso?
- 11) La vainilla se utiliza como saborizante y tiene un olor característico que es detectado por los seres humanos en pequeñísimas cantidades, siendo la cantidad mínima de vainilla detectable por la nariz humana de $2,0 \cdot 10^{-11}$ g por litro de aire. Considerando que 50 g de este aroma tienen un costo de \$112, ¿Cuánto deberá pagarse por la vainilla necesaria para que el aroma se pueda detectar en un hangar para aviones, cuyo volumen es de $5 \cdot 10^4$ m³?
- 12) En la siguiente tabla se muestran datos de distintos cuerpos, la masa (m), el volumen (v) o la densidad (δ); indica cuales de las afirmaciones son correctas y cuáles no, Justifica tu respuesta.
- | Cuerpo | Dato 1 | Dato 2 |
|--------|--------------------------------|----------------------|
| 1 | m: 16 g | V: 4 mL |
| 2 | δ : 8 g/cm ³ | V: 2cm ³ |
| 3 | m: 12 g | V: 4 cm ³ |
| 4 | m: 12 g | δ : 4 g/mL |
| 5 | m: 5 kg | V: 1.850 mL |
| 6 | m: 3.000 g | V: 1.120 mL |
- a) Los cuerpos 3 y 4 tienen la misma masa por lo tanto la misma densidad.
- b) Los cuerpos 1 y 3 son del mismo material.
- c) La densidad del cuerpo 1 es cuatro veces menor que la del cuerpo 3.
- d) Si el cuerpo 4 tuviese el mismo volumen que el 1 su masa sería 16 g.
- e) Los cuerpos 1 y 4 tienen el mismo volumen y por lo tanto la densidad es la misma también.
- f) Los cuerpos 3 y 4 pueden ser del mismo material.
- g) Los cuerpos 1 y 4 pueden ser del mismo material.
- h) Los cuerpos 1 y 2 tienen la misma masa.
- i) Los cuerpos 5 y 6 deben ser de materiales diferentes.
- 13) Una muestra de tetracloruro de carbono, un líquido que se solía usar para el lavado en seco en las tintorerías, tiene una masa de 39,73 g y un volumen de 25,0 mL a 25°C. Calcula su densidad a esta temperatura. ¿El tetracloruro de carbono flota en agua?
- 14) La densidad del metal titanio es de 4,51 g/cm³ a 25°C ¿Qué masa de titanio desplaza 65,8 mL de agua a 25°C
- 15) Una persona encontró una mina con sustancias cristalinas parecidas a los diamantes, deseando saber, si efectivamente había encontrado diamantes realizó una prueba. Colocó una probeta de un litro con agua hasta un volumen de 200 mililitros, después sumergió una

de las piedras que previamente había pesado, y cuya masa era de: 70,2 g. Observó que el volumen aumentó a 220 mililitros y se hizo la siguiente pregunta. ¿Serán diamantes?

- 16) Al haberse desprendido la etiqueta de un frasco que contiene un líquido transparente, el cual se piensa es benceno, un químico mide su densidad. Una porción de 25,0 mL del líquido tuvo una masa de 21,95 g. Si la densidad informada para el benceno es de 0,8787 g/mL ¿la densidad calculada concuerda con el valor tabulado?
- 17) Un experimento requiere 15,0 g ciclohexano, cuya densidad es de 0,7781 g/mL ¿qué volumen de ciclohexano debe usarse?
- 18) Una esfera de plomo tiene 5,0 cm de diámetro. ¿Qué masa tiene la esfera si la densidad del plomo es de 11,34 g/cm³
- 19) El oro puede martillarse hasta formar láminas extremadamente delgadas llamadas pan de oro. Si un trozo de 1,00 g de oro (densidad 19,2 g/cm³) se martillea hasta formar una lámina que mide 24,0 x 15,8 cm, calcule el espesor de la lámina en metros. ¿Cómo podría expresarse el espesor sin notación exponencial, empleando un prefijo métrico apropiado?

Capítulo 3:

Fórmulas Químicas. Nomenclatura.

Desde siempre el hombre necesitó poder asentar en forma escrita sus experiencias y descubrimientos. Así lo demuestran, por ejemplo, las tablillas sumerias halladas en Asia menor, que tienen una antigüedad de 4.500 años, y contienen las fórmulas que permiten la preparación de jabón crudo a partir de cenizas de maderas y aceite.

Más adelante los alquimistas, tratando de codificar sus conocimientos, para poder mantener sus privilegios, buscaron diferentes simbologías para expresar el uso de diferentes compuestos en sus preparados, habiendo hasta 35 nombres diferentes que identificaban al mercurio.

La química moderna vio la necesidad imperiosa de suprimir tantas simbologías distintas y misteriosas, como también la conveniencia de suprimir nombres asignados al azar, nombres vulgares que se remontan al origen del habla hispana y tienen raíces en el latín y el griego, con un gran aporte de árabe, tales como sal, yeso, cal, etc.

Era necesario elaborar nombres científicos que facilitaran la comunicación; establecer una nomenclatura de vigencia universal que no tuviera fronteras idiomáticas.

En las primeras nomenclaturas del siglo XIX se adoptaron criterios funcionales: el nombre hacía referencia a la función química de la sustancia y señalaba principalmente su comportamiento experimental. Fue Lavoisier, en 1787, quien elaboró el primer intento y propuso algunos nombres que aún perduran. Solo en 1814, Jöns Jacob Berzelius propone una simbología y un método de representación de compuestos que logra aceptación universal.

En el año 1920, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) toma conciencia del gran problema causado por el descubrimiento de nuevas **especies químicas**, respecto de la asignación de nombre a esas nuevas especies. En 1963 se aprobaron las reglas de nomenclatura de área inorgánica donde se pone de manifiesto una tendencia a:

- ✓ Fijar el nombre de correspondencia con la **fórmula química**. El nombre informa sobre la composición química, y en la medida posible sobre la estructura del compuesto.
- ✓ Se ordena la escritura de fórmulas con la menor cantidad de símbolos y signos adicionales.

Antes de introducirnos de lleno en el tema veremos algunos conceptos previos que serán útiles para comprender mejor el tema que nos ocupa.

Las reglas indicadas aquí, son las recomendadas por la **Unión Internacional de Química Pura y Aplicada** (IUPAC), como así también las correspondientes a la nomenclatura clásica, que aún hoy permanece bastante arraigada en el lenguaje químico. (Aunque la IUPAC desaconseja su uso).

Fórmula Química: una fórmula química, expresa las proporciones de los átomos que constituyen la sustancia.

Los átomos, en las sustancias, se unen formando lo que se denomina unidad de sustancia, que es un conjunto de átomos que se unen entre sí. Las unidades de sustancia se representan con la fórmula química y pueden ser:

| | |
|---|---|
| Moléculas monoatómicas | He, Ar, Ne, Xe |
| Moléculas poliatómicas | H ₂ , Cl ₂ , NH ₃ , H ₂ SO ₄ |
| Enrejados de átomos enlazados fuertemente | grafito, diamante |
| Cationes y aniones | NaCl, KNO ₃ |
| Cationes y electrones | Cu, Al, etc. |

Los **compuestos moleculares** están formados por moléculas y una molécula está formada por un número determinado de átomos unidos por enlaces covalentes.

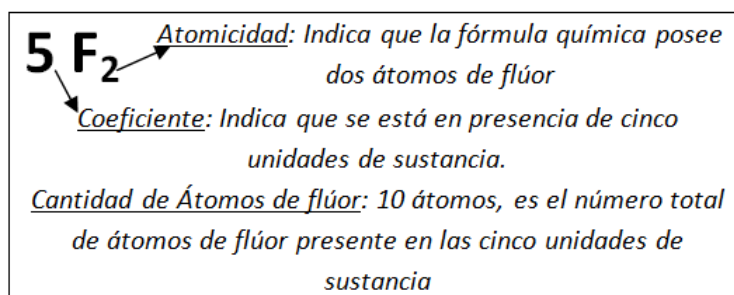
Los **compuestos iónicos** están formados por cationes y aniones unidos por atracción electrostática (fuerzas de atracción entre cargas eléctricas de distinto signo).

Por ejemplo: H_2O , compuesto molecular, la fórmula indica que la molécula de agua está formada por 2 átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Sabiendo que el $NaCl$ es un compuesto iónico, la fórmula indica que este compuesto está formado por el catión sodio (Na^+) y el anión cloruro (Cl^-).

Atomicidad: Número de átomos que hay en una fórmula química de una sustancia química.

- Los metales y gases inertes poseen fórmulas químicas monoatómicas. Ej: **Li, Rn, Mg**, etc.
- Los siguientes no metales: H, O, N, F, Cl, Br, I, poseen fórmulas químicas biatómicas y forman moléculas biatómicas. **$Cl_2, O_2, H_2, N_2, Br_2, F_2, I_2$** .

Coeficiente: número que indica la cantidad de unidades de sustancia



Como se Resuelve

Dado: $2 Fe(OH)_3$, indica:

- La atomicidad para cada elemento
- El coeficiente que indica la cantidad de unidades de sustancia.
- Indicar el número total de átomos

Resolución

- En la sustancia química $Fe(OH)_3$ se presentan las siguientes cantidades de átomos:
 - Fe: 1** (uno)
 - O: 3** (tres)
 - H: 3** (tres)
- El coeficiente que indica la cantidad de unidades de sustancia es **2 (dos)**
- El número total de átomos
 - En una unidad de sustancia: 1 átomo de Fe + 3 átomos de O + 3 átomos de H, total: 7 átomos.
 - En dos unidades de sustancia: $2 \times 7 =$ **14 átomos**

Desafío 1



Indica en cada fórmula química:

- ✓ La atomicidad para cada elemento
- ✓ El coeficiente que indica la cantidad de unidades de sustancia.
- ✓ Indicar en cada caso, el número total de átomos

- | | |
|--------------------------------------|---|
| a) 5 NaCl | i) 3 K ₂ MnO ₄ |
| b) 1 MgBr ₂ | j) 2 LiHCO ₃ |
| c) 8 SF ₆ | k) 7 Ca ₃ (PO ₄) ₂ |
| d) 2 FeI ₃ | l) 5 C ₆ H ₁₂ O ₆ |
| e) 3 CS ₂ | m) 2 KMg ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂ |
| f) 2 Fe(OH) ₃ | n) 3 (BaH ₂ O) ₂ Mn ₄ O ₁₀ |
| g) 4 NH ₃ | o) 5 KAl(SO ₄) ₂ · 12 H ₂ O |
| h) 5 Na ₂ CO ₃ | |

Números o Estados de Oxidación

El número o Estado de Oxidación está relacionado con el número de electrones que un átomo pierde, gana o utiliza para unirse a otros en un enlace químico. Es muy útil para escribir formulas químicas.

Los Estados de oxidación poseen un valor y un signo, pero solamente en los compuestos iónicos ese signo indica transferencia completa de electrones, en los compuestos moleculares sólo indica los electrones que se comparten y el signo, depende de la electronegatividad de los átomos en el enlace.

La IUPAC establece que los números de oxidación se escriben en números romanos, precedidos del signo positivo o negativo que corresponda; asimismo indica que las cargas de una especie química se escriben en números arábigos seguidos del signo positivo o negativo que corresponda (Red Book, IUPAC, 2005)

Algunas reglas para asignar números de oxidación

- 1) El número de oxidación de un átomo en su forma elemental siempre es cero. Ejemplo: Cl₂, Cu, S.
- 2) El número de oxidación de cualquier ion monoatómico es igual a su carga. Ejemplo: K⁺ tiene un número de oxidación de +1, S²⁻ tiene un estado de oxidación de -2 etc. Los iones de metales del grupo 1 siempre tienen carga +1, por lo que siempre tienen un número de oxidación de +1 en sus compuestos. De manera análoga, los metales del grupo 2 siempre son +2 en sus compuestos, y el aluminio (grupo 3) siempre es +3 en sus compuestos.
- 3) El número de oxidación del oxígeno, normalmente es -2, en compuestos tanto iónicos como moleculares. La principal excepción son los compuestos llamados peróxidos, que contienen el ion O₂²⁻, donde cada átomo de oxígeno tiene un número de oxidación de -1, $\left[\overset{-1}{\text{O}} - \overset{-1}{\text{O}} \right]^{2-}$
- 4) El número de oxidación del hidrógeno es siempre +1 cuando se combina con metales formando hidróxidos o no metales formando hidruros, oxoácidos u oxosales y -1 cuando se combina con metales (hidruros metálicos).
- 5) El número de oxidación del flúor es -1 en todos sus compuestos. Los demás halógenos tienen un número de oxidación de -1 en la mayor parte de sus compuestos binarios, pero cuando se combinan con oxígeno tienen estados de oxidación positivos.

- 6) La suma de los números de oxidación de todos los átomos de un compuesto neutro es cero. Por ejemplo, la suma de los números de oxidación de un ácido es igual a cero: $[3. (+1) + 1. (+5) + 4. (-2) = 0]$
- $$\overset{+I}{H}_3 \overset{+V}{P} \overset{-II}{O}_4$$
- 7) La suma de los números de oxidación en un ion poliatómico es igual a la carga del ion. Ejemplo: en el ion hidronio, H_3O^+ , el número de oxidación de cada hidrógeno es +I y el del oxígeno es -II. La suma de los números de oxidación es +1, $[3. (+1) + 1. (-2) = +1]$ que es igual a la carga neta del ion.
- $$\left[\overset{+I}{H}_3 \overset{-II}{O} \right]^{1+}$$
- 8) Cuando es necesario determinar el estado de oxidación de un determinado átomo en una especie química, debemos tener en cuenta varias cosas:
- Presencia en la especie química de átomos de los cuales se puede reconocer fácilmente su estado de oxidación (teniendo en cuenta los incisos anteriores).
 - La cantidad de átomos de cada elemento presentes en la especie química.
 - Planteo de una igualdad donde aparezca como incógnita el estado de oxidación del átomo que nos interesa.



Cómo se Resuelve

¿cuál es el estado de oxidación del cromo en H_2CrO_4 ?

Sabemos que el H tiene estado de oxidación +1.

- ✓ Sabemos que el O tiene estado de oxidación -2.
- ✓ Sabemos que la especie química posee 2 hidrógenos y 4 oxígenos.
- ✓ Sabemos que es una especie eléctricamente neutra.

$$\text{Entonces al hacer la cuenta: } 2. (+1) + X + 4. (-2) = 0 \quad \Rightarrow \quad X = +6$$



Desafío 2

Dadas las siguientes fórmulas químicas, asigna a cada elemento el estado de oxidación que le corresponde, teniendo en cuenta las reglas para asignar números de oxidación.

- | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------|
| 1) Al_3 | 11) H_2SO_4 | 21) As_2Se_3 |
| 2) Cu_2O | 12) $H_2S_2O_7$ | 22) BP |
| 3) $PbCl_4$ | 13) $HMnO_4$ | 23) SiH_4 |
| 4) $Ba(NO_2)_2$ | 14) H_2SiO_3 | 24) B_2H_6 |
| 5) K_2S | 15) H_4SiO_4 | 25) PbH_4 |
| 6) KH_2PO_4 | 16) Mn_2O_3 | 26) BaH_2 |
| 7) $Cu(NO_3)_2$ | 17) Cl_2O_7 | 27) $(NH_4)_2SO_4$ |
| 8) SiC | 18) Cl_2O_5 | 28) $K_2Cr_2O_7$ |
| 9) P_4O_{10} | 19) Cl_2O_3 | 29) $Cu_3(PO_4)_2$ |
| 10) $SiCl_4$ | 20) Mn_2O_7 | |

Clasificación de los compuestos químicos

A fin de facilitar su estudio, clasificaremos los compuestos químicos de acuerdo al número de elementos constituyentes en:

- ✓ Binarios
- ✓ Ternarios
- ✓ Cuaternarios
- ✓ De cinco o más elementos

I. Compuestos Binarios

Son los compuestos formados por átomos de dos elementos diferentes. Pertenecen a este grupo los siguientes compuestos químicos:

1. Hidruros

- a) Hidruros metálicos: Elemento Hidrógeno y un elemento Metálico
- b) Hidruros no-metálicos: Elemento Hidrógeno y un elemento No-metálico
- c) Hidrácidos

2. Óxidos

- a) Óxidos Básicos: Elemento Oxígeno y un elemento Metálico
- b) Óxidos Ácidos: Elemento Oxígeno y un elemento No-metálico
- c) Peróxidos: Elemento Oxígeno y un elemento Metálico

3. Compuestos Binarios Entre Metales Y No-Metales (Sales De Hidrácidos)

Metal y un elemento No-metálico

4. Compuestos Binarios Entre No-Metales

No metal y un elemento No-metálico

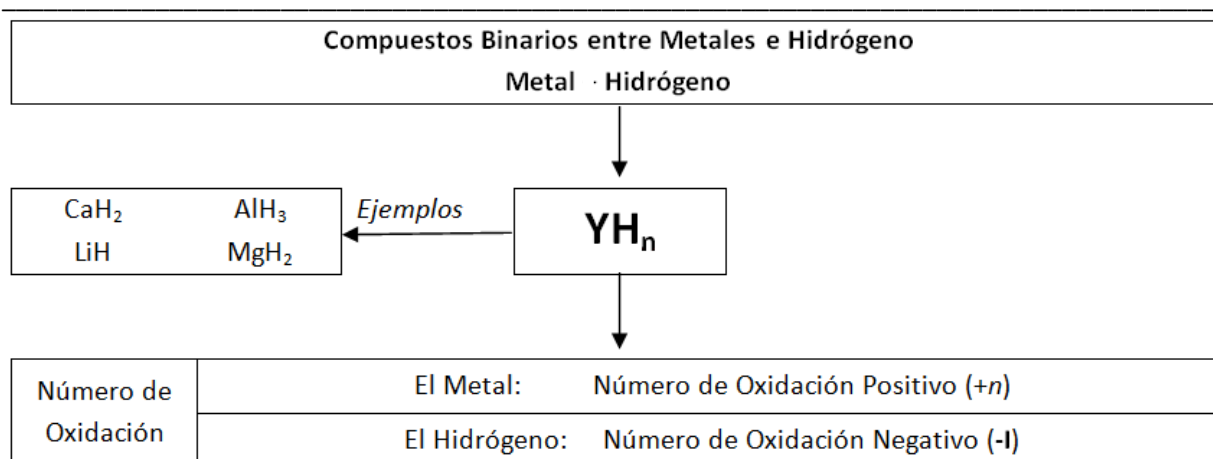
1. Hidruros

a) Hidruros Metálicos

Están constituidos por el Hidrógeno y un Metal, generalmente pertenecientes a los grupos 1 y 2 (IA o IIA), y son compuestos sólidos. El hidrógeno posee, en estos compuestos, estado de oxidación (-1), siendo el átomo más electronegativo del compuesto.

Nomenclatura: se nombran como “**hidruro de**” y el nombre del metal correspondiente.

Ejemplo: LiH Hidruro de litio



¿Cómo se escribe una fórmula química?

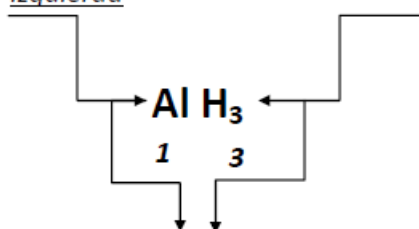
- ✓ **Primero:** es necesario identificar los elementos que constituyen la especie química, y reconocer su símbolo químico.
- ✓ **Segundo:** es necesario identificar si la especie química posee carga eléctrica (positiva ó negativa) o es una especie química sin carga eléctrica.
- ✓ **Tercero:** es necesario establecer cuál de los dos elementos posee la mayor **Electronegatividad**, dado que ese elemento, es el que se debe escribir a la derecha de la fórmula química.

La electronegatividad es una propiedad de los elementos, que se puede definir como una medida de la fuerza de atracción que ejerce un átomo sobre los electrones de otro átomo que forman parte de un enlace. El valor de electronegatividad, que se puede simbolizar con EN o con la letra griega chi: χ , se obtiene de la Tabla Periódica de los Elementos.

- ✓ **Cuarto:** escribir el elemento menos electronegativo a la izquierda del anterior.
- ✓ **Quinto:** determinar la atomicidad para cada elemento de tal forma que:
 - La sumatoria de los números de oxidación sea igual a cero si la especie química carece de carga eléctrica.
 - La sumatoria de los números de oxidación sea igual a la carga eléctrica, si la especie química es un catión o un anión.

El elemento menos electronegativo se escribe, en la fórmula química, a la izquierda

El elemento más electronegativo se escribe, en la fórmula química, a la derecha



Se asigna la atomicidad a cada especie atómica, de tal forma que el la sumatoria de los Estados de Oxidación en la fórmula química resulte igual a CERO

Para que quede claro:

Estado de oxidación del aluminio: +3

Estado de oxidación de hidrógeno: -1 (porque está combinado con un metal)

Estado de oxidación de la fórmula química: $(+3) + 3 \cdot (-1) = 0$



Desafío 3

Formule, a partir de los siguientes metales, los hidruros correspondientes y nómbrelos:

a) Na (+1)

c) Sr (+2)

b) Ca (+2)

d) Ba (+2)

b) Hidruros No-Metálicos

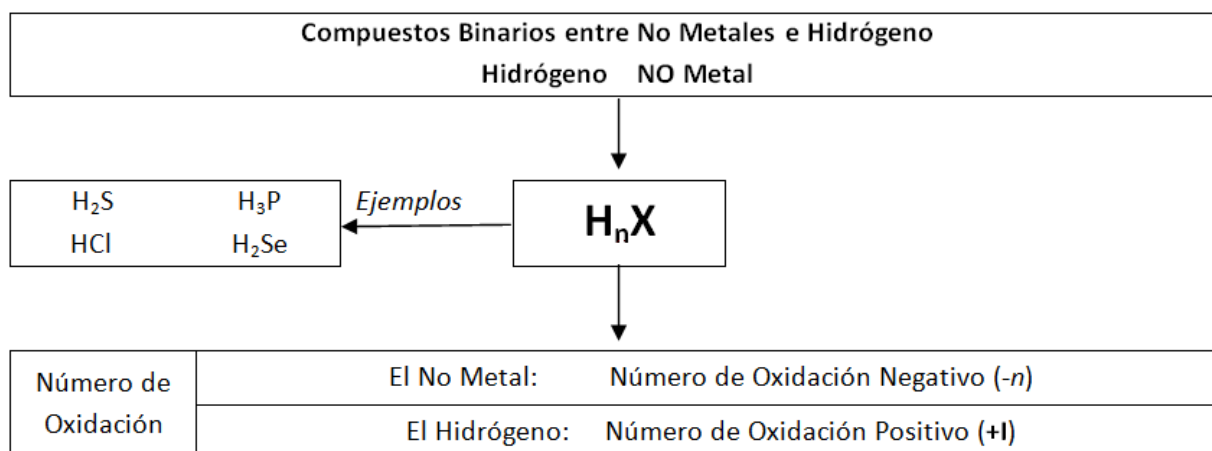
Son los compuestos formados por ciertos no-metales y el Hidrógeno, actuando éste con estado de oxidación (+1). Los no-metales que forman hidruros son: S, Te, Se, F, Cl, I, Br y todos ellos actúan con estado de oxidación negativo, los hidruros de estos elementos son todos gaseosos.

Nomenclatura: Según la IUPAC, se denominan con el nombre del no-metal terminado en “**uro**”, seguido de la palabra genérica “**de hidrógeno**”

Ejemplo:

| Compuesto | Nomenclatura Moderna |
|---------------------|-----------------------|
| HF(g) | Fluoruro de hidrógeno |
| HCl(g) | Cloruro de hidrógeno |
| H ₂ S(g) | Sulfuro de hidrógeno |

Existen excepciones, constituidas por compuestos binarios en los que el hidrógeno actúa con estado de oxidación positivo, y que poseen nombres propios, entre ellos: el agua (H₂O) y el amoníaco (NH₃).



Desafío 4

Escriba, a partir de los siguientes elementos no-metales, la fórmula del hidruro correspondiente y nómbrelos:

a) F

b) I

c) Br

intermedio se utilizará el sufijo oso, mientras que para el mayor se agregará el sufijo ico.

- ✓ Para elementos con cuatro estados de oxidación: para el menor estado se agregará el prefijo hipo seguido del sufijo oso, para el siguiente se utilizará el sufijo oso, para el que sigue luego se agregará el sufijo ico, mientras que para el mayor se agregará el prefijo per seguido del sufijo ico.
- ✓ Ejemplo: FeCl_3 Cloruro férrico

a) Óxidos Básicos

Son los compuestos formados por un elemento metálico y el oxígeno, que es el elemento más electronegativo, y actúa con estado de oxidación (-2), y el metal con estado de oxidación positivo.

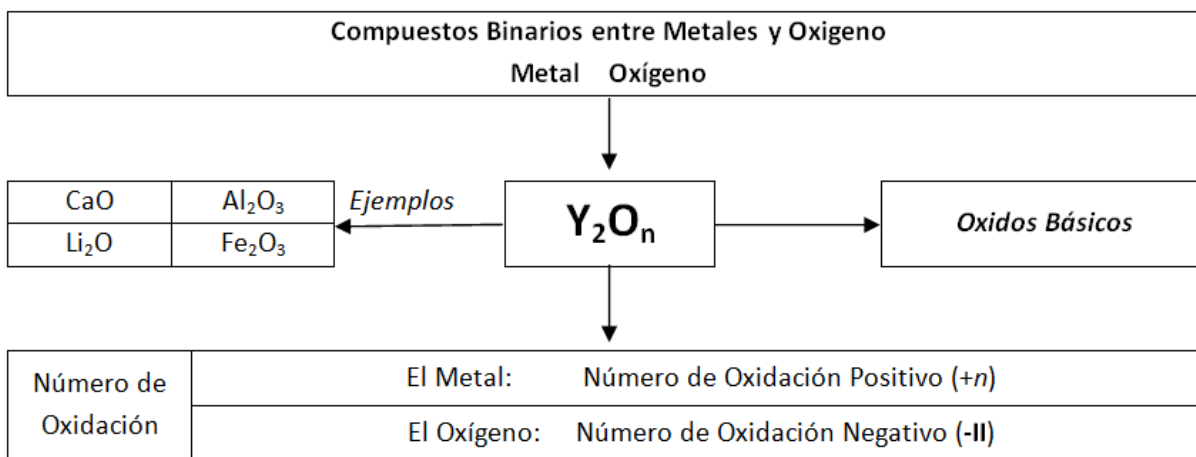
Nomenclatura:

- a) **Atomicidad:** en este caso se indica directamente el número de átomos, de cada elemento, que posee el compuesto mediante prefijos griegos.
- b) **Tradicional:** se los nombra como “**óxidos de**” y el nombre del metal. Si éste posee dos estados de oxidación, se le agrega la terminación “**oso**” o “**ico**”, según actúe con su o menor o mayor estado de oxidación respectivamente.



Ejemplo

| Compuesto | N. Tradicional | N. Atomicidad |
|-------------------------|----------------|----------------------|
| FeO | Oxido ferroso | Monóxido de hierro |
| Fe_2O_3 | Oxido férrico | Trióxido de dihierro |



Como se resuelve

Escriba la fórmula química del óxido de Calcio

Resolución

- 1) Elementos que forman parte de la fórmula; Calcio y Oxígeno
- 2) Símbolos químicos: Ca y O
- 3) Estados de oxidación: +2 para el Calcio y -2 para el Oxígeno
- 4) Posición en la fórmula: CaO
- 5) Atomicidad:
 - a) para que la fórmula química resulte bien escrita es necesario que el número de oxidación (estado de oxidación) de la fórmula resulte igual a cero, porque es una especie sin carga neta.

- b) $CaO \Rightarrow$ (Estado de Oxidación del Calcio con su signo x Estado de Oxidación del Oxígeno Sin su signo) + (Estado de Oxidación del Oxígeno con su signo x Estado de Oxidación del calcio Sin su signo)
- c) $CaO \Rightarrow (+2) \times 2 + (-2) \times 2 = +4 - 4 = 0$
- d) Por lo tanto, con solo colocar un átomo de calcio y un átomo de Oxígeno queda correctamente escrita la fórmula del Oxido de calcio
- 6) Respuesta: la fórmula del óxido de calcio es **CaO**



Desafío 5

Nombre los siguientes óxidos básicos:

- a) Cu_2O b) MgO c) Al_2O_3 d) SnO



Desafío 6

Dado el nombre de los siguientes compuestos, escriba las fórmulas correspondientes:

- a) Oxido mercurioso b) Oxido de cinc
c) Oxido plúmbico d) Monóxido de cobalto

b) Óxidos Ácidos

Son los compuestos formados por un elemento no-metal y el oxígeno. El oxígeno posee estado de oxidación (-2) y el no-metal tiene, en estos compuestos, estado de oxidación positivo.

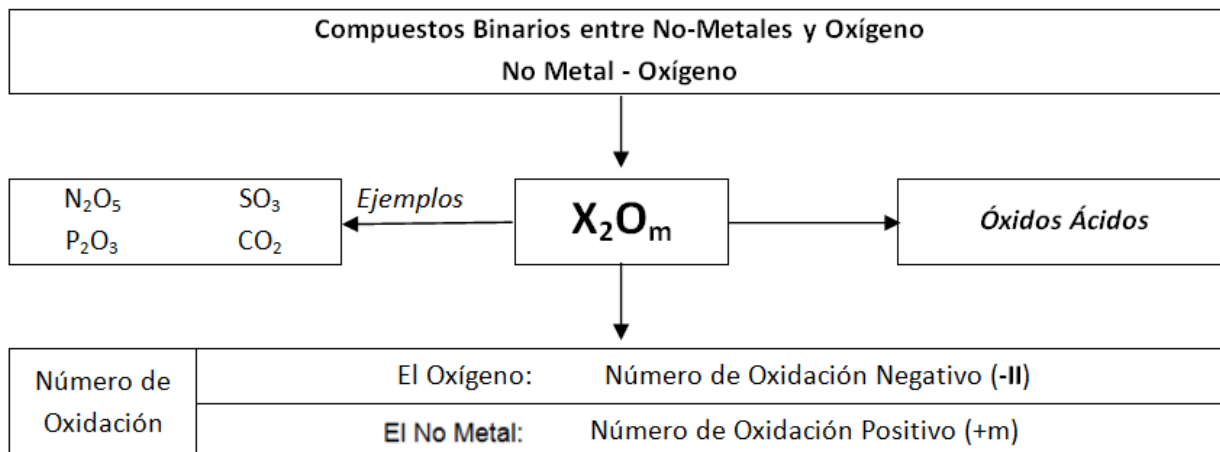


Ejemplo

| Compuesto | N. Tradicional | N. Atomicidad |
|-----------|-----------------|--------------------|
| SO_2 | Oxido sulfuroso | Dióxido de azufre |
| SO_3 | Oxido sulfúrico | Trióxido de azufre |

Hay elementos que poseen más de dos estados de oxidación positivos, característica que se presenta en muy pocos casos, siendo típica de los halógenos, que poseen hasta cuatro diferentes: (+1), (+3), (+5), (+7). En estos casos, la nomenclatura clásica aplica los sufijos “oso” e “ico” a los estados intermedios (+3) y (+5) y los estados extremos se indican agregando un prefijo para cada caso: “hipo” cuando se trata del mínimo (+1) y “per” cuando actúan con el máximo (+7).

| | | | | | | |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|---------------------|
| | | | | Oxoácidos | Oxosales | |
| | | | | Hipo....oso | Hipo....ito | Menor ↓ Mayor |
| | | | |oso |ito | |
| | | | |ico |ato | |
| | | | | Per....ico | Per....ato | |
| 1 Número de Oxidación | 2 Números de Oxidación | 3 Números de Oxidación | 4 Números de Oxidación | | | |



óxidos del Cloro

| Nro. de oxidación | Fórmula | N. Tradicional |
|-------------------|-----------|-------------------|
| +1 | Cl_2O | Óxido hipocloroso |
| +3 | Cl_2O_3 | Óxido cloroso |
| +5 | Cl_2O_5 | Óxido clórico |
| +7 | Cl_2O_7 | Óxido perclórico |



Desafío 7

a) Nombre por atomicidad los siguientes óxidos ácidos:

i) CO ii) CO_2 iii) N_2O_5 iv) P_2O_3 v) N_2O vi) NO

b) Nombre de acuerdo a la nomenclatura por atomicidad los cuatro óxidos del cloro.



Desafío 8

Dado el nombre de los siguientes compuestos, escriba la fórmula correspondiente:

a) Óxido fosfórico; b) Trióxido de diarsénico; c) Óxido de nitrógeno(V) ; d) Óxido lódico

c) Peróxidos

Cuando el oxígeno posee estado de oxidación (-1) forma peróxidos, que se caracterizan por la presencia del grupo peróxido (O_2^{2-}), generalmente con los metales alcalinos y alcalinotérreos (grupos I y II de la Tabla Periódica), con el hidrógeno y con algunos otros metales. Como ejemplos podemos citar al H_2O_2 denominado comúnmente agua oxigenada y al K_2O_2 peróxido de potasio que se utiliza en las máscaras de oxígeno portátiles.

Nomenclatura: en el sistema tradicional se sustituye el nombre óxido por peróxido y se agrega luego el nombre del metal, siguiendo las reglas generales de nomenclatura. En la nomenclatura por atomicidad se nombran los compuestos con las mismas reglas generales que se usan para los óxidos.

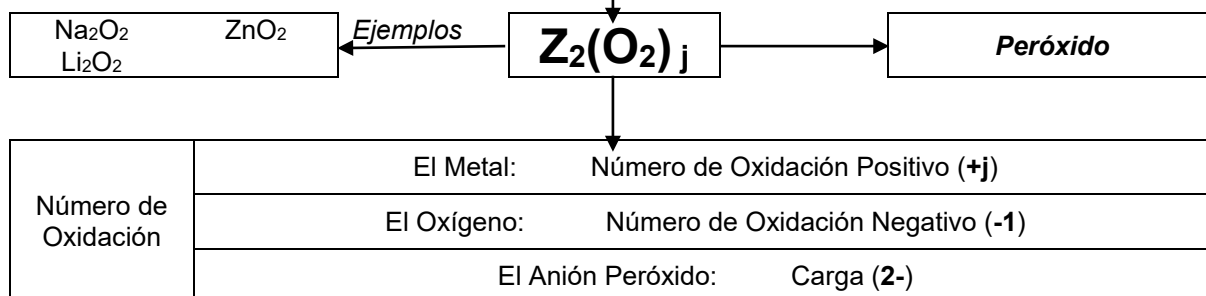


Ejemplo

| Compuesto | N. Tradicional | N. Atomicidad |
|-----------|--------------------|----------------------|
| H_2O_2 | Agua Oxigenada | Dióxido de hidrógeno |
| CaO_2 | Peróxido de calcio | Dióxido de Calcio |



Compuestos Binarios entre Metal Oxígeno
Metal – Oxígeno



Desafío 9

1) Nombra los siguientes compuestos

- | | |
|--------------|--------------|
| a) BaO_2 | d) Li_2O_2 |
| b) Na_2O_2 | e) MgO_2 |
| c) H_2O_2 | f) Rb_2O_2 |

2) Para cada uno de los compuestos del inciso 1) indica cual es el estado de oxidación del elemento que acompaña al ión peróxido.

3) Formula los siguientes compuestos:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| a) Peróxido de calcio | e) Peróxido de rubidio |
| b) Peróxido de litio | f) Peróxido de cesio |
| c) Peróxido de potasio | g) Peróxido de berilio |
| d) Peróxido de hidrógeno | h) Peróxido de estroncio |

3) Sales De Hidrácidos

Las sales de hidrácidos son compuestos formados por un no-metal y un metal, obtenidos al sustituir el hidrógeno de un hidrácido por un metal.

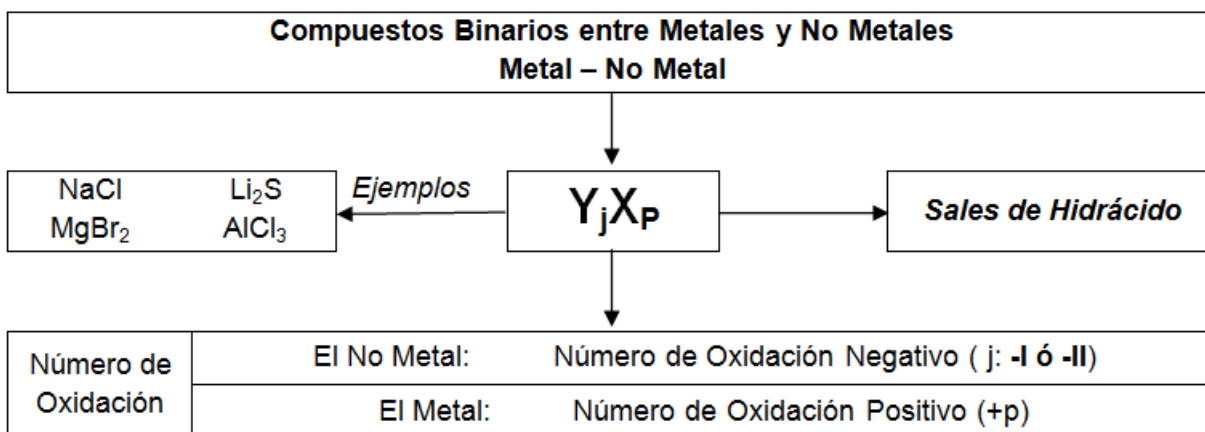
| Hidrácido | Hidróxido | Carga del Ion | | Sal de hidrácido |
|--------------|------------|---------------|---------|------------------|
| | | No-metal | Metal | |
| $HF_{(aq)}$ | $Ca(OH)_2$ | F (1-) | Ca (2+) | CaF_2 |
| $HCl_{(aq)}$ | $Fe(OH)_2$ | Cl (1-) | Fe (2+) | $FeCl_2$ |
| $HI_{(aq)}$ | $Fe(OH)_3$ | I (1-) | Fe (3+) | FeI_3 |

Nomenclatura: la nomenclatura sigue las normas correspondientes a los hidrácidos, es decir, agregando el sufijo "uro" a la raíz del no-metal, o sea, se nombra el no-metal con terminación uro, seguido del nombre del metal.



Ejemplo

| Compuesto | N. Clásica | N. Atomicidad |
|-----------|--------------------|----------------------|
| CaF_2 | Fluoruro de calcio | Difluoruro de calcio |
| $FeCl_2$ | Cloruro ferroso | Dicloruro de hierro |
| $FeCl_3$ | Cloruro férrico | Tricloruro de hierro |



Desafío 10

- 1) Nombre las siguientes sales de hidrácido:

| | | | |
|--------|---------------------|--------|---------|
| a) PbS | b) PbS ₂ | c) KBr | d) NaCl |
|--------|---------------------|--------|---------|
- 2) Escriba la fórmula de las siguientes sales de hidrácido:

| | |
|-----------------------|------------------------|
| a) Cloruro de cuproso | c) Bromuro de calcio |
| b) Sulfuro ferroso | d) Cloruro de mercurio |

4) Compuestos Binarios Entre No Metales (Sales Volátiles)

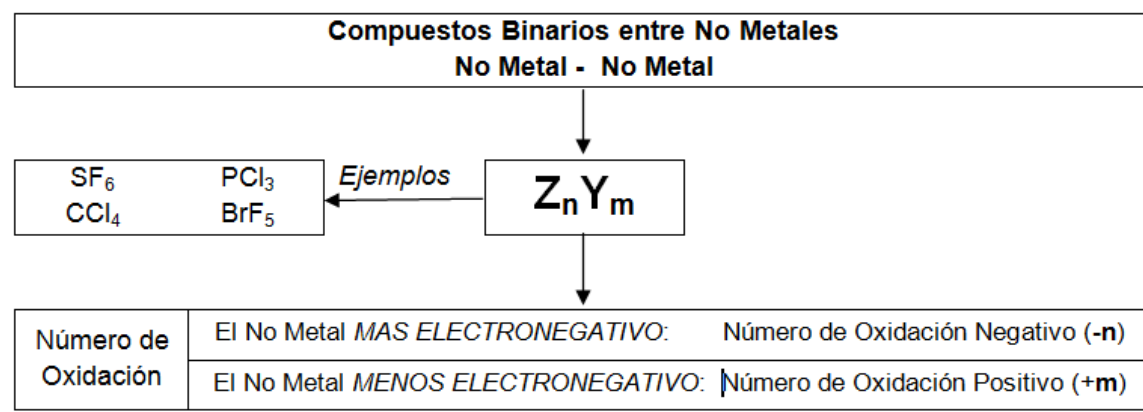
Son compuestos formados por dos no-metales, obtenidos al sustituir el hidrógeno de un hidrácido por un no-metal.

Nomenclatura: la nomenclatura sigue las normas correspondientes a los hidrácidos, es decir, agregando el sufijo “uro” a la raíz del no-metal más electronegativo seguido por “de...” y el nombre del segundo no-metal.



Ejemplo

| Compuesto | Nomenclatura Atomicidad |
|-------------------|-------------------------|
| BrCl | Cloruro de bromo |
| IBr ₅ | Pentabromuro de iodo |
| SeCl ₄ | Tetracloruro de selenio |



Desafío 11

- 1) Nombre los siguientes compuestos: a) CS₂ b) IBr₃ c) PBr₅ d) BrCl
- 2) Escriba la fórmula de los siguientes compuestos:

- a) Trifloruro de yodo
b) Tetranitruro de trisilicio
c) Sulfuro de boro
d) Cloruro de fósforo (III)

II. Compuestos Ternarios

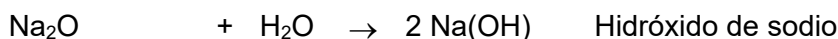
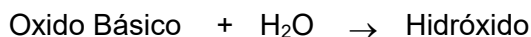
Los compuestos ternarios son aquellos formados por tres elementos. Pertenecen a este grupo los siguientes compuestos químicos:

1. Hidróxidos
2. Oxoácidos
3. Oxosales

1. Hidróxidos

Son los compuestos cuya porción negativa está constituida por el ión OH^- denominado ión hidroxilo, que se combina con un catión metálico.

Se obtienen, entre otros métodos, por combinación de los óxidos básicos con el agua.



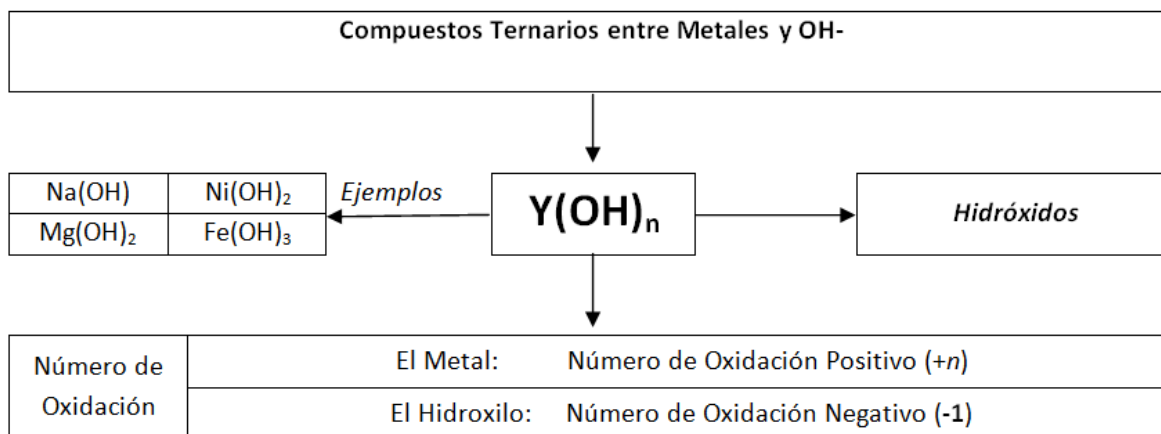
Formulación: teniendo en cuenta la carga del ión hidroxilo (1^-) y el hecho de que el compuesto debe ser neutro, el catión metálico aparecerá en la fórmula unido a tantos grupos hidroxilos como estado de oxidación posea.

Nomenclatura: se los denomina “hidróxido de” y el nombre del metal. Cuando es necesario aclarar el estado de oxidación del metal, la nomenclatura clásica utiliza, como hemos visto, los sufijos “oso” e “ico”, en tanto que la nomenclatura moderna hace uso de los numerales de Stock y de la atomicidad.



Ejemplo

| Compuesto | N. Clásica | N. Atomicidad |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| Fe(OH)_2 | Hidróxido ferroso | Dihidróxido de hierro |
| Fe(OH)_3 | Hidróxido férrico | Trihidróxido de hierro |
| Mg(OH)_2 | Hidróxido de magnesio | Dihidróxido de magnesio |



Desafío 12

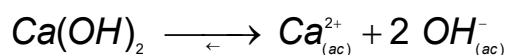
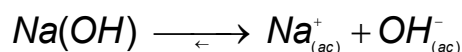
- 1) Nombre los siguientes hidróxidos: a) NaOH ; b) Ba(OH)_2 ; c) Co(OH)_2 ; d) Al(OH)_3
- 2) Dado el nombre de los siguientes hidróxidos escriba la fórmula correspondiente.
 - a) Hidróxido cúprico
 - b) Hidróxido de plomo

c) Hidróxido estannoso

d) Hidróxido crómico

Disociación del hidróxido

Cuando un hidróxido se disuelve en agua las unidades de sustancia del hidróxido, son rodeadas por las moléculas de agua y resultan separadas en sus componentes, el catión metálico y anión hidroxilo.



Desafío 13

Dados los siguientes hidróxidos escriba la ecuación de disociación y nombre los iones formados, a) Hidróxido cuproso; b) Tetrahidróxido de platino; c) Hidróxido de mercurio; d) Trihidróxido de hierro.

2. Oxoácidos (Ácidos Oxigenados)

Son compuestos formados por un elemento no metálico (aunque a veces puede tratarse de un metal de transición) en estado de oxidación positivo, combinado con el oxígeno y el hidrógeno.

Pueden representarse por la fórmula general H_xMO_y , en la que M simboliza al elemento central, con número de oxidación positivo.

Nomenclatura:

- Atomicidad:** se nombra el anión con terminación “ato” y luego nombra el hidrógeno.
- Tradicional:** a la palabra ácido le sigue el nombre del elemento central (o su raíz latina) y el sufijo “oso” o “ico” para distinguir el estado de oxidación. También se utilizan los prefijos “hipo” y “per”, cuando el elemento central posee más de dos estados de oxidación, para indicar el estado de oxidación inferior y superior respectivamente.

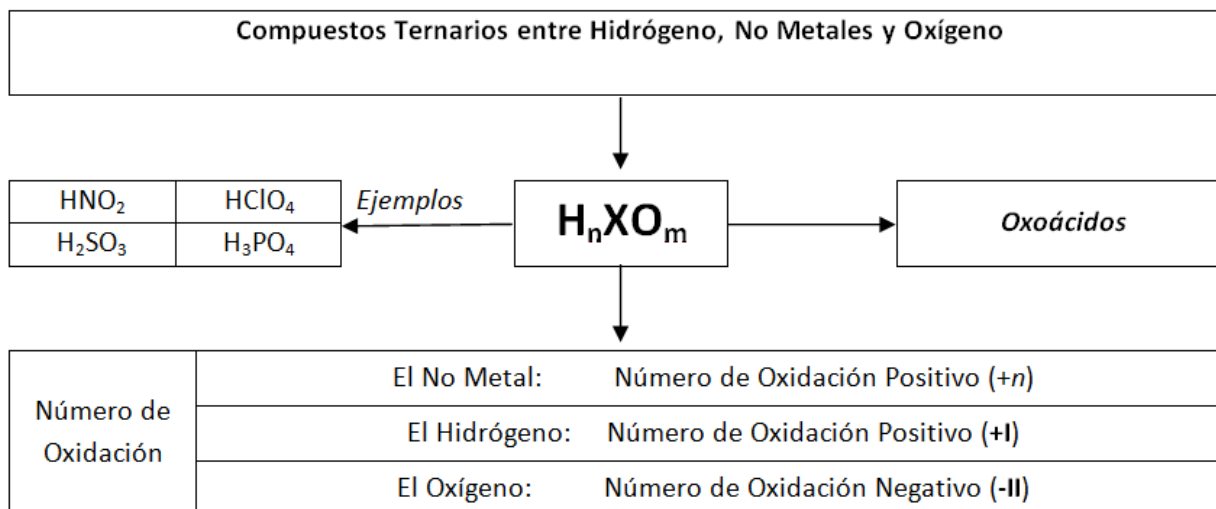


Ejemplo

| Acido | N. Tradicional | N. Atomicidad |
|-------------------------|-----------------|--------------------------------|
| H_2SO_3 | Acido sulfuroso | Trioxosulfato de dihidrógeno |
| H_2SO_4 | Ácido sulfúrico | Tetraoxosulfato de dihidrógeno |

El cloro puede formar cuatro oxoácidos, según actúe con cada uno de sus estados de oxidación positivos:

| E. de oxidación | Fórmula | Nombre Tradicional |
|-----------------|-----------------|--------------------|
| +1 | HClO | Ácido hipocloroso |
| +3 | HClO_2 | Ácido cloroso |
| +5 | HClO_3 | Ácido clórico |
| +7 | HClO_4 | Ácido perclórico |



Desafío 14

- 1) Nombre los siguientes ácidos: a) HNO_2 ; b) HNO_3 ; c) HBrO ; d) HIO_3
- 2) Nombre de acuerdo a la nomenclatura moderna, atomicidad y numeral de Stock, los cuatro ácidos del cloro.

Formulación

Para obtener la fórmula de un oxoácido debe considerar el elemento central y su estado de oxidación, datos que surgen del nombre del ácido, una vez determinado el estado de oxidación (que será positivo en todos los oxoácidos) se debe neutralizar en exceso “sus cargas positivas”, adicionándole tantos átomos de oxígeno como sean necesarios para que el balance arroje un primer resultado negativo, el cual será (-1) o (-2) según el caso, recordando que cada átomo de oxígeno provee dos cargas negativas. Luego se neutralizan las cargas negativas que quedaron en exceso con uno ó dos átomos de hidrógeno, según corresponda.

Ejemplo: Escriba la fórmula del ácido carbónico. Del nombre deducimos que se trata de un ácido del carbono en su máximo estado de oxidación: (+4). Por lo explicado más arriba partimos del C (+4) y le asociamos átomos de oxígeno obteniendo sucesivamente: CO (carga +2); CO_2 (carga 0); CO_3 (carga -2) fueron necesarios tres átomos de oxígeno para alcanzar el estado negativo, luego neutralizamos esas dos cargas negativas agregando dos átomos de hidrógeno, logrando así la fórmula correcta del ácido: H_2CO_3 .



Desafío 15

- Escriba la fórmula de los siguientes ácidos:
- 1) Ácido periódico, 2) Ácido bromico; 3) Ácido Sulfúrico.

Casos Especiales

Los óxidos ácidos de algunos elementos presentan la particularidad de poder combinarse con más de una molécula de agua. Los elementos cuyos óxidos presentan esta característica son el Fósforo (P), el Arsénico (As), el Antimonio (Sb), el Boro (B) y el Silicio (Si).

P, As y Sb

Estos tres elementos tienen estado de oxidación (+3) y (+5) y forman oxoácidos similares. Veremos el caso del fósforo. Con el número de oxidación (+3), forma el óxido fosforoso, P_2O_3 , y con número de oxidación (+5), forma el óxido fosfórico.

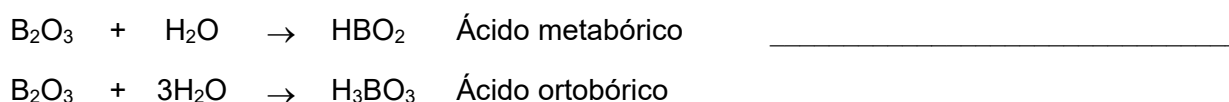
Cada uno de estos óxidos es capaz de reaccionar con una, dos o tres moléculas de agua, produciendo el “meta”, “piro” y “orto” oxoácido correspondiente. Si derivan del P_2O_3 llevarán la terminación “oso” y si derivan del P_2O_5 terminarán en “ico”.

| | | |
|---|---------------------|-------------------------------------|
| $P_2O_3 + H_2O \rightarrow HPO_2$ | Ácido metafosforoso | Dioxofosfato de hidrógeno |
| $P_2O_3 + 2 H_2O \rightarrow H_4P_2O_5$ | Ácido pirofosforoso | Pentaoxidofosfato de tetrahidrógeno |
| $P_2O_3 + 3 H_2O \rightarrow H_3PO_3$ | Ácido ortofosforoso | trioxofosfato de trihidrógeno |
| $P_2O_5 + H_2O \rightarrow HPO_3$ | Ácido metafosfórico | _____ |
| $P_2O_5 + 2 H_2O \rightarrow H_4P_2O_7$ | Ácido pirofosfórico | _____ |
| $P_2O_5 + 3 H_2O \rightarrow H_3PO_4$ | Ácido ortofosfórico | _____ |

De estos seis ácidos, los más comunes son el ortofosforoso y el ortofosfórico, por lo tanto, por razones prácticas se los denomina directamente ácido fosforoso y ácido fosfórico respectivamente.

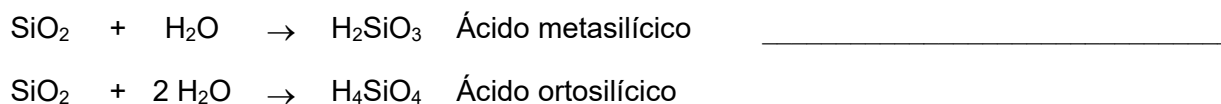
Boro

El B solo actúa con un estado de oxidación (+3) y cuando se combina con el oxígeno da un óxido de fórmula B_2O_3 , trióxido de diboro. Este óxido se combina con el agua según las siguientes reacciones:



Silicio

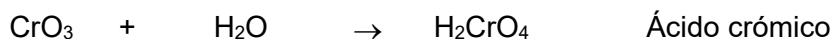
El Si posee estado de oxidación (+4), y al combinarse con el oxígeno forma el SiO_2 , dióxido de silicio, y cuando éste se combina con el agua forma los siguientes ácidos:



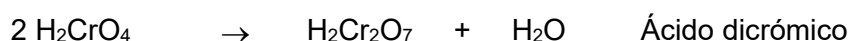
Casos De Los Metales De Transición

Cromo

Cuando el Cr actúa en su estado de oxidación (+VI), y se comporta como un no-metal, se combina con el oxígeno formando el óxido crómico u óxido de cromo (VI), CrO_3 . Cuando este óxido se combina con el agua, origina el ácido crómico:

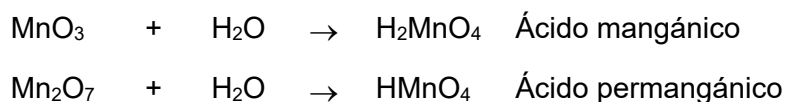


El ácido crómico es inestable y se descompone perdiendo una molécula de agua, dando origen al ácido dicrómico:



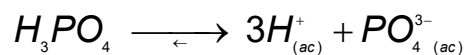
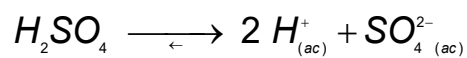
Manganeso

El Mn, en sus estados de oxidación (+VI) y (+VII), se comporta como un no-metal, formando óxidos ácidos, el anhídrido mangánico y el óxido permangánico respectivamente, los cuales al reaccionar con el agua forman los ácidos correspondientes.



Disociación de Ácidos

Cuando un oxoácido se disuelve en agua las unidades de sustancia del mismo, son rodeadas por las moléculas de agua y resultan separadas en sus componentes, el catión hidrógeno (protón) y anión formado por un no-metal y oxígeno.



Desafío 16

Dados los siguientes oxoácidos escriba la ecuación de disociación y nombre los iones formados: a) Tetraoxosulfato de dihidrógeno; b) Ácido perbrómico; c) Ácido metafosforoso; d) Trioxosilicato de dihidrógeno

3. Oxosales

La sustitución de iones hidrógeno (que pueden denominarse, indistintamente como protones o hidrogeniones) de un oxoácido, por un ión metálico, produce una sal, también llamada oxosal porque contiene oxígeno. En otras palabras, la separación de uno o más cationes hidrógeno de las moléculas de los ácidos (propiedad ésta que caracteriza a los ácidos), genera un anión que, junto a un catión (en esta oportunidad consideramos solo los cationes metálicos), produce una sal.

En la nomenclatura clásica, el nombre del anión deriva del ácido correspondiente, modificándose la terminación “oso” por “ito” y la terminación “ico” por “ato”.

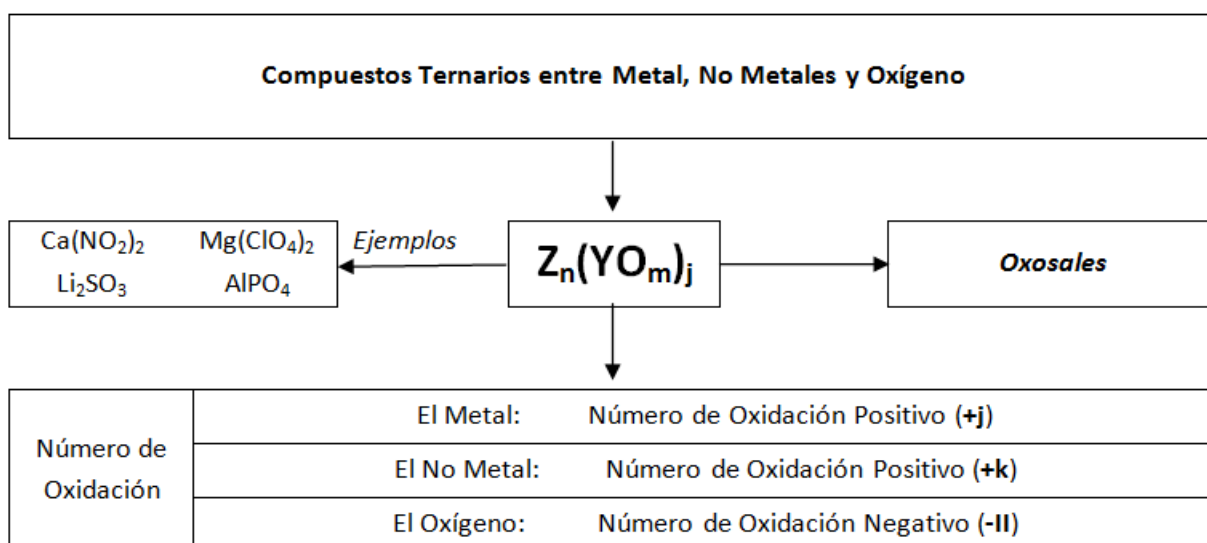
Formulación de la oxosal: al escribir la fórmula de una sal se debe considerar la compensación de cargas de modo que resulte una unidad fórmula neutra.

Nomenclatura: tanto la nomenclatura clásica como el numeral de Stock, nombran primero el anión y luego el catión. Ejemplo: escriba la fórmula y el nombre de la sal que resulta de la unión de los siguientes aniones y cationes:



Ejemplo

| Anión | Catión | Sal | N. Clásica | N. Moderna Stock |
|-------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|
| SO ₄ ²⁻ | Pb ²⁺ | PbSO ₄ | Sulfato plumboso | TetraoxoSulfato de plomo |
| SO ₃ ²⁻ | Na ⁺ | Na ₂ SO ₃ | Sulfito de sodio | TrioxoSulfato de sodio |
| NO ₃ ⁻ | Ca ²⁺ | Ca(NO ₃) ₂ | Nitrato de calcio | Di-trioxoNitrato de calcio |



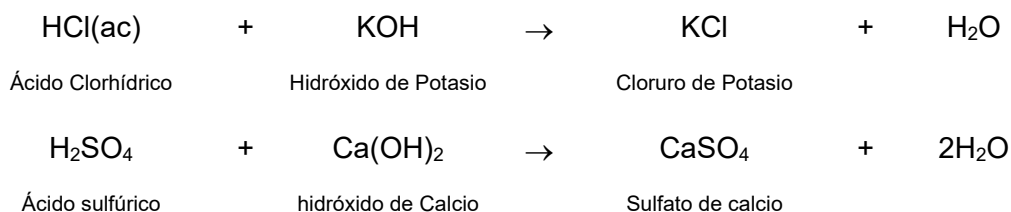
Desafío 17

Formule y nombre la sal obtenida a partir de los iones que se presentan en el siguiente cuadro

| Anión | Catión | Sal | N. Tradicional | N. Atomicidad |
|-------------------------------|------------------|-----|----------------|---------------|
| SO ₄ ²⁻ | Fe ³⁺ | | | |
| ClO ₄ ⁻ | Mg ²⁺ | | | |
| PO ₄ ³⁻ | Ca ²⁺ | | | |
| CO ₃ ²⁻ | Na ⁺ | | | |

Una de las formas de obtener sales, es por reacción química entre ácidos e hidróxidos. El ácido puede ser un hidrácido (compuesto binario), en cuyo caso se produce una sal de hidrácido (compuesto binario) o puede ser un oxoácido, en cuyo caso se forma una oxosal (compuesto ternario).

Ejemplo:



Para escribir la fórmula de la sal, debe considerarse el anión y el catión, que se originan del ácido y del hidróxido respectivamente, de modo de escribir correctamente la fórmula química.



Desafío 18

Nombre las siguientes sales: a) Zn(NO₃)₂; b) Ba₃(PO₄)₂; c) Ca(IO₄)₂; d) Cu(BrO₃)₂; e) Fe(NO₂)₂; f) NiSO₃

Escriba la fórmula de los siguientes compuestos: a) Hipoyodito de sodio; b) Perclorato crómico; c) Nitrito cuproso; d) Bromato de potasio; e) Carbonato de litio

III. Compuestos Cuaternarios

Los compuestos cuaternarios son aquellos formados por cuatro elementos diferentes. Entre ellos veremos:

1. Hidrógenosales
2. Hidroxosales

1. Hidrógenosales

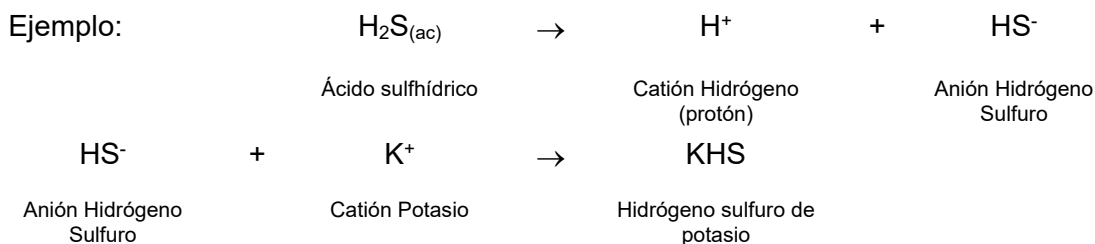
Cuando los ácidos pierden hidrogeniones se convierten en aniones. La pérdida de los hidrogeniones puede ser parcial, quedando uno o más de los hidrogeniones formando parte del anión. Cuando estos aniones, que conservan uno o más hidrogeniones, forman sales, éstas se denominan hidrógeno sales.

Nomenclatura: la nomenclatura adoptada por la IUPAC, agrega la palabra “hidrógeno”, antepuesta al nombre de la sal. Como el número de hidrógenos presentes puede ser variable, se debe indicar su cantidad utilizando un prefijo.

Ejemplo:

| Anión | Catión | Sal | Nombre |
|---|------------------|---|--|
| HSO ₄ ⁻ | K ⁺ | KHSO ₄ | Hidrógeno sulfato de potasio |
| HCO ₃ ⁻ | Na ⁺ | NaHCO ₃ | Hidrógeno carbonato de sodio |
| H ₂ PO ₄ ⁻ | Fe ³⁺ | Fe(H ₂ PO ₄) ₃ | Tris-Dihidrógeno tetraoxofosfato de hierro |
| HAsO ₃ ⁼ | Cr ³⁺ | Cr ₂ (HAsO ₃) ₃ | Tris-Hidrógeno trioxoarseniato de dicromo |

También existen hidrógeno sales que provienen de un hidrácido, pero las mismas son compuestos ternarios ya que carecen de oxígeno.



Desafío 19

Nombre las siguientes hidrógenosales:

- a) NaHSO_3 ; b) LiH_2AsO_4 ; c) CaHPO_4 ; d) $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Escriba la fórmula de las siguientes sales:

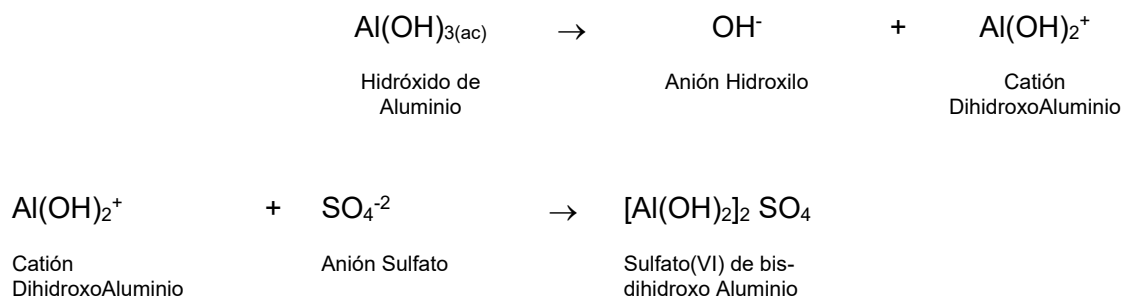
- a) Hidrógeno carbonato cobáltico y
b) Hidrógeno sulfito de litio

2. Hidroxosales

Son las sales provenientes de la reacción entre un ácido (hidrácido u oxoácido) y una base, donde los hidroxilos de la base han sido parcialmente sustituidos por el anión del ácido.

Nomenclatura: se indica el número de hidroxilos con un prefijo, según corresponda.

Ejemplo:



| Cation | Anión | Sal | Nombre |
|----------------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ | Cl^- | $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ | Dihidroxo cloruro de aluminio |
| $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ | NO_3^- | $\text{Al}(\text{OH})_2(\text{NO}_3)$ | Dihidroxo-dinitrato de aluminio |



Desafío 20

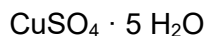
Nombre o formule, según el caso, las siguientes sales básicas.

- a) $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$
b) Hidroxosulfato (VI) de calcio
c) Hidroxitrioxocarbonato (IV) de Hierro (III)
d) $\text{Sb}(\text{OH})_2\text{F}$

Existen otros tipos de compuestos que pueden tener más de cuatro tipos de átomos diferentes, tanto de la química inorgánica como de la química orgánica, y que no serán tratados en esta oportunidad.

Hidratos

Los hidratos son compuestos que tienen un número específico de moléculas de agua unidas a ellos. Ejemplo de ello es el Sulfato de Cobre (II) que en su estado normal tiene cinco moléculas de agua asociadas a él. Su nombre sistemático es sulfato de cobre (II) pentahidratado, y su fórmula se escribe:



Las moléculas de agua pueden ser eliminadas del compuesto por calentamiento, cuando esto sucede el compuesto resultante es CuSO_4 , que se le llama sulfato de cobre (II) *anhidro*, la palabra "anhidro" significa que el compuesto ya no tiene moléculas de agua unidas a él.

A continuación, una breve lista de algunos hidratos:

| | |
|---|-------------------------------------|
| $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ | Cloruro de Litio monohidratado |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ | Sulfato de Magnesio heptahidratado |
| $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ | Cloruro de Bario dihidratado |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ | Carbonato de Sodio decahidratado |
| $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ | Nitrato de estroncio tetrahidratado |
| $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ | Sulfato de Calcio dihidratado |

Como se ve la forma de nombrar a los hidratos es muy sencilla, primero se nombra el compuesto normalmente (ejemplo: Sulfato de magnesio) y después se menciona el número de moléculas de agua con prefijo griego (mono, di, tri, tetra, penta, hexa...) más el termino hidratado.



| Fórmula | Estado de Oxidación Átomo Central | Nomenclatura | | N° Átomos Totales en la Especie Química |
|---|-----------------------------------|--------------|------------|---|
| | | Tradicional | Atomicidad | |
| Combinaciones Binarias del Oxígeno: Óxidos | | | | |
| FeO | | | | |
| Fe ₂ O ₃ | | | | |
| Na ₂ O | | | | |
| CdO | | | | |
| MoO ₂ | | | | |
| NO ₂ | | | | |
| SbO ₃ | | | | |
| Hg ₂ O | | | | |
| BeO | | | | |
| Mn ₂ O ₃ | | | | |
| PtO ₂ | | | | |

| | | | | |
|--------------------------------|--|---------------------|--|--|
| SO ₃ | | | | |
| I ₂ O | | | | |
| CO ₂ | | | | |
| Br ₂ O ₇ | | | | |
| K ₂ O ₂ | | | | |
| ZnO ₂ | | | | |
| SO ₃ | | | | |
| N ₂ O ₅ | | | | |
| P ₂ O ₃ | | | | |
| CO | | | | |
| | | Óxido hiposelenioso | | |
| | | Óxido Silício | | |
| | | Óxido Brómico | | |
| | | Óxido Mercuroso | | |
| | | Óxido Niquélico | | |

| | | | | |
|---|--|--------------------|-------------------------|--|
| | | Óxido Cálcico | | |
| | | Óxido Auroso | | |
| | | Óxido Permangánico | | |
| | | | Trióxido de dinitrógeno | |
| | | | Monóxido de telurio | |
| | | | Monóxido de níquel | |
| | | | Pentaóxido de difósforo | |
| | | | Heptaóxido de dicloro | |
| | | | Monóxido de dinitrógeno | |
| | | | Monóxido de magnesio | |
| | | | Dióxido de sodio | |
| | | | Dióxido de berilio | |
| Combinaciones Binarias del Hidrógeno: Hidruros | | | | |
| NaH | | | | |
| BeH ₂ | | | | |

| | | | | |
|-------------------|--|--------------------|--|--|
| CoH ₂ | | | | |
| CuH | | | | |
| PbH ₄ | | | | |
| H ₂ S | | | | |
| NH ₃ | | | | |
| HI | | | | |
| CH ₄ | | | | |
| HBr | | | | |
| FrH | | | | |
| H ₂ Se | | | | |
| | | Ácido fluorhídrico | | |
| | | Hidruro Niqueloso | | |
| | | Amoníaco | | |
| | | Hidruro de Litio | | |
| | | Hidruro Mercúrico | | |

| | | | | |
|---------------------------------|--|----------------------|-------------------------|--|
| | | Hidruro Telurhídrico | | |
| | | Hidruro Platinoso | | |
| | | Hidruro Magnésico | | |
| | | Hidruro Rubídico | Trihidruro de Níquel | |
| | | | Trihidruro de Fósforo | |
| | | | Tetrahidruro de Silicio | |
| | | | Dihidruro de Estaño | |
| | | | Monohidruro de Potasio | |
| | | | Dihidruro de cobre | |
| | | | Tetrahidruro de Platino | |
| Sales Binarias | | | | |
| Nal | | | | |
| PtS ₂ | | | | |
| Cr ₂ Te ₃ | | | | |
| | | Yoduro berílico | | |

| | | | | |
|--|--|-----------------|-------------------------|--|
| | | Carburo Cálcico | | |
| | | Sulfuro Cuproso | | |
| | | | Monoteluro de dipotasio | |
| | | | Trisulfuro de dicobalto | |
| FeCl ₂ | | | Tetracloruro de Carbono | |
| | | | Tricloruro de hierro | |
| | | Fosfuro de Boro | | |
| Combinaciones Ternarias: Hidróxidos | | | | |
| LiOH | | | | |
| Ca(OH) ₂ | | | | |
| Cu(OH) ₂ | | | | |
| Pb(OH) ₄ | | | | |
| FrOH | | | | |
| Au(OH) ₃ | | | | |
| Fe(OH) ₂ | | | | |

| | | | | |
|---|--|---------------------|--------------------------|--|
| | | Hidróxido cádmico | | |
| | | Hidróxido férrico | | |
| | | Hidróxido mercúrico | | |
| | | Hidróxido cuproso | | |
| | | | Di hidróxido de platino | |
| | | | Trihidróxido de cobalto | |
| | | | Tetrahidróxido de estaño | |
| | | | Hidróxido de potasio | |
| Combinaciones Ternarias: Oxoácidos | | | | |
| HBrO | | | | |
| HIO ₂ | | | | |
| HClO ₃ | | | | |
| HMnO ₄ | | | | |
| H ₂ TeO ₃ | | | | |
| H ₂ SeO ₂ | | | | |

| | | | | |
|--|--|--------------------|------------------------------|--|
| H ₃ PO ₂ | | | | |
| | | Ácido hipocloroso | | |
| | | Ácido bromoso | | |
| | | Ácido crómico | | |
| | | Ácido periódico | | |
| | | Ácido sulfuroso | | |
| | | Ácido nitroso | | |
| | | Ácido arsénico | | |
| | | Ácido metasilícico | | |
| | | | Oxoyodato de hidrógeno | |
| | | | Dioxoclorato de hidrógeno | |
| | | | Trioxosulfato de hidrógeno | |
| | | | Tetraoxoclorato de hidrógeno | |
| | | | Trioxocarbonato de hidrógeno | |
| Combinaciones Ternarias: Oxosales | | | | |

| | | | | |
|----------------------------|--|-------------------|--|--|
| $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ | | | | |
| NaBrO_4 | | | | |
| MgSO_4 | | | | |
| $\text{Pb}(\text{CO}_3)_2$ | | | | |
| AlBO_3 | | | | |
| | | Fosfato magnésico | | |
| | | Sulfito ferroso | | |
| | | Yodato áurico | | |
| | | | Tetraoxosulfato de litio | |
| | | | tris[dioxosulfato (II)] de dihierro | |
| | | | Trioxidocarbonato de disodio | |
| | | | tris[tetraoxosulfato (VI)] de dialuminio | |
| | | | Bis[tetraoxomanganato] de níquel | |