

LENGUAJE QUÍMICO: NOMENCLATURA Y ECUACIONES QUÍMICAS

AUTORA: SONIA HENAO



San Marcos

Medida, incertidumbre y precisión	5
Notación científica	5
Sistema Internacional de Unidades: magnitudes y unidades de medida	6
Unidades derivadas del SI de más comunes.....	9
Volumen	9
Densidad	9
Incertidumbre de medida, precisión y exactitud	11
Cifras significativas en la medición	12
Cifras importantes en los cálculos.....	13
Exactitud y precisión	13
Nomenclatura orgánica e inorgánica	15
Estados de oxidación y nomenclatura	15
Nomenclatura.....	16
Nomenclatura de compuestos inorgánicos	16
Nomenclatura para compuestos iónicos con una única carga	17
Compuestos que contienen iones poliatómicos	18
Compuestos que contienen un ion metálico con una carga variable	19
Compuestos covalentes de dos elementos	20
Ácidos binarios	21
Oxácidos.....	22
Nomenclatura orgánica.....	23
Etiquetado de productos químicos	24
Estequiometría	24
Número de avogadro y mol	27
Colombia: Normatividad y el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos - SGA	29

INTRODUCCIÓN

¿Por qué y para qué sirve apropiarse del lenguaje científico relacionado con los productos químicos de uso industrial o cotidiano? Una función importante de la ciencia y de la educación formal e informal debe ser la de brindar elementos que permitan a quienes participan del proceso de formación, la comprensión y la adquisición de los conocimientos necesarios para poder establecer vínculos entre conocimientos y lenguajes propios de la química y la vida diaria. Leer y entender la información que brindan los productos en su etiqueta capacita para la toma de decisiones basadas en el pensamiento crítico y posibilita acciones de intervención y acción desde una mirada responsable, basada en el conocimiento. Asumir una postura crítica ante el uso apropiado de sustancias químicas permite que se generen espacios de revisión sobre los propios comportamientos, posibilitando así la promoción del cuidado personal, de los otros y del ambiente.

En este eje realizarás actividades que te permitirán analizar críticamente las implicaciones que tiene para una comunidad el desconocimiento de información básica sobre el lenguaje químico y los pictogramas asociados a sustancias que pueden ser potencialmente peligrosas.

Lenguaje químico:
nomenclatura
y ecuaciones
químicas



Medida, incertidumbre y precisión

Notación científica

¿Por qué y para qué realizar mediciones a los diferentes tipos de materia y cómo hacerlo? Las mediciones proporcionan la información macroscópica que como vimos en el referente anterior es la base que permite sustentar las hipótesis que se formulan. Las mediciones nos ayudan a cuantificar las dimensiones de un elemento específico en función de una medida que puede o no transformarse en un estándar asociado a un patrón (masa, longitud, tiempo, temperatura).

El número asociado a una medición se suele representar tanto de forma decimal como en notación científica y en ciencias se suele usar más esta última, porque resulta adecuada a la hora de expresar cifras demasiado pequeñas o muy grandes.

A continuación, algunos ejemplos:

Formato decimal	Notación científica
60221415	6.0221415×10^7
0.0002001	2.001×10^{-4}
67,000,000,000	6.7×10^{10}
101,325	1.01325×10^5

Tabla 1. Formato decimal y notación científica.
Fuente: propia

Recordemos aquí algunas reglas básicas de notación científica:

- Los números se escriben como un producto $a \times 10^n$
 a = un número real mayor o igual que 1 y menor que 10, que recibe el nombre de coeficiente.
 n = un número entero que recibe el nombre de exponente u orden de magnitud.
- Ten en cuenta que el exponente nos dice si el término es un número muy grande o pequeño. Si el número es ≥ 1 en la notación decimal estándar, el exponente será ≥ 0 en notación científica. En síntesis, números grandes requieren potencias positivas de 10.
- Si un número está entre 0 y 1 en notación estándar, el exponente será < 0 en notación científica. Números pequeños son descritos por potencias negativas de 10.
- Para multiplicar números en notación científica, sumamos los exponentes. Para dividir, restamos los exponentes.



Video

Si presentas inquietudes sobre notación científica y quieres repasar te sugiero ver el siguiente video:

Notación científica introducción

<https://youtu.be/qjX4wKUoK7E>

Sistema Internacional de Unidades: magnitudes y unidades de medida



Video

Continuaremos ahora con el Sistema Internacional de Unidades, pero antes te invitaría a ver el siguiente video:

Sistema Internacional de Unidades

<https://youtu.be/nqxHnu4LJ6k>

Las unidades iniciales del sistema métrico, que eventualmente evolucionaron hacia el Sistema Internacional de Unidades (SI), se establecieron en Francia durante la Revolución Francesa y son la medida referente que se emplea para informar los resultados de mediciones científicas en el mundo.

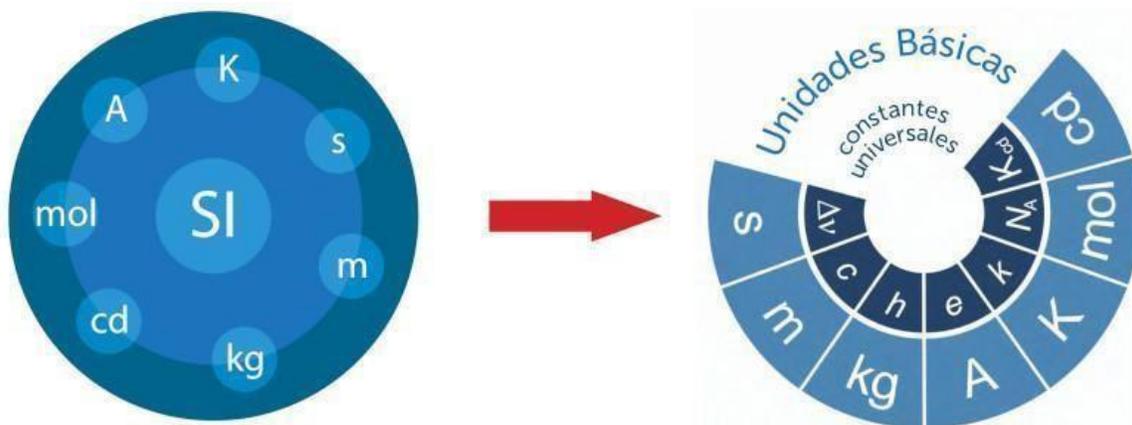


Figura 1. SI unidades básicas y constantes universales

Fuente: <https://www.cem.es/sites/default/files/images/UnidadesBasicas.jpg>

El esquema muestra que hay un grupo de magnitudes físicas básicas, entre ellas encontramos: tiempo, longitud, masa, corriente eléctrica, temperatura termodinámica, cantidad de sustancia, intensidad luminosa. Entraremos a revisar cada una de ellas, especificando cuáles tuvieron cambios a partir del 2019.

Empecemos con las magnitudes que no han tenido variación:

- **Longitud (m):** esta magnitud se define por la longitud del trayecto que recorre la luz en el vacío. Es así como se determina que la velocidad de la luz en el vacío equivale a $c=299\,792\,458\text{ m/s}$. Para la longitud, la unidad de medida básica es el metro (m).
- **Tiempo (s):** esta magnitud se define a partir de la determinación de la frecuencia de los periodos de radiación del isótopo 133 del átomo de cesio (^{133}Cs), a una temperatura de 0 K. Esta frecuencia de transición corresponde a: $\Delta V_{\text{Cs}} = 9\,192\,631\,770\text{ Hz}$. Para el tiempo la unidad de medida básica es el segundo (s).
- **Intensidad luminosa (cd):** esta magnitud corresponde a la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido. La unidad básica es la candela (cd) está ligada al valor numérico de la eficacia luminosa K_{cd} de la radiación monocromática de $f= 540 \times 10^{12}\text{ Hz}$ lo que corresponde exactamente a 683 lm/W.



Video

Antes de iniciar con la lectura de las unidades que cambiaron a partir del 2019 te invito a ver este video, resulta ilustrativo y te ayudará a comprender mejor lo que se describe posteriormente.

Un kilo ¡Ya no es un kilo!

https://youtu.be/R_SM32kAK80

Continuemos ahora con el grupo de magnitudes que cambiaron y entraron en uso desde el 20 de mayo de 2019.

- **Masa:** la masa es una propiedad fundamental de la materia, que expresa la inercia o resistencia al cambio de movimiento de un cuerpo. La nueva definición de masa toma como referente la constante de Planck (h)= $6,62607015 \times 10^{-34}$, que es invariable en la naturaleza; la constante de Planck desempeña un papel central en la teoría de la mecánica cuántica y definir el kilogramo a partir de esta invariante permitirá asegurar la estabilidad a largo plazo de la unidad de masa en el SI, además de posibilitar a los investigadores hacer medidas en cualquier instante y lugar. Para la masa la unidad de medida básica es el kilogramo (Kg).

- **Corriente eléctrica:** esta magnitud se define como el flujo de energía (movimiento de electrones) que recorre un material determinado. Su unidad básica de medida es el amperio (a) que se redefine a partir del valor numérico fijo asignado para la carga eléctrica elemental, se representa con el símbolo e y su valor es $1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$.
- **Temperatura termodinámica:** hace referencia a la temperatura absoluta y es el valor de la temperatura medida con respecto a una escala que comienza en el cero absoluto (0 K o $-273,15\ ^\circ\text{C}$). La propuesta de redefinición toma como referente un valor relacionado con la constante de Boltzmann (k) (constante física que relaciona temperatura absoluta y energía). Para la temperatura termodinámica la unidad de medida básica es el kelvin (K).
- **Cantidad de sustancia:** el Sistema Internacional de Unidades (SI) define la cantidad de sustancia como una unidad fundamental que es proporcional al número de entidades elementales (átomos, moléculas, iones, conjunto mínimo de iones, electrones, protones, neutrones, etc.) presentes. La unidad de medida de esta magnitud es la mol (mol) y se redefine en 2019 como la cantidad de sustancia de un sistema que contiene $6,022104076 \times 10^{23}$ entidades elementales específicas, valor que corresponde a la constante de Avogadro (N_A) esto libera la unidad de medida de la dependencia del kilogramo y permite establecer diferencias entre la cantidad de sustancia y la masa.



Lectura recomendada

Para comprender las implicaciones en lo cotidiano de este cambio de referente para las unidades descritas, específicamente, para el concepto de mol te invito a hacer la siguiente lectura.

No hay mol que por bien no venga

Javier Méndez Vedia y
Mabel Delgado

Como hemos leído hasta aquí, el SI parte de un reducido número de magnitudes/ unidades denominadas básicas definiendo, a partir de ellas, las denominadas derivadas, como producto de potencias de las básicas. Así pues, el SI es un sistema coherente de unidades, que permite cuantificar cualquier magnitud medible de interés en la investigación, la industria, el comercio o la sociedad, en campos tan variados como la salud, la seguridad, la protección del medio ambiente, entre otros.

Unidades derivadas del SI de más comunes

Como su nombre lo indica, se derivan de las siete unidades base antes enunciadas, algunas tienen nombres especiales, como el Newton ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$) o el Pascal $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$, las unidades derivadas se forman a partir de productos de potencias de unidades básicas dado que el número de posibilidades de unidades derivadas es muy amplio, se mencionan aquí sólo las de uso más frecuente en química:

Volumen

El volumen es la medida de la cantidad de espacio tridimensional en encierro que ocupa un objeto. La unidad que define el volumen es la longitud. El volumen se expresa numéricamente con el metro cúbico (m^3).

Densidad

La densidad se determina a partir de la masa (Kg) de una sustancia y el volumen (m^3) que ocupa la misma. La unidad para la densidad es el kilogramo por metro cúbico (kg/m^3). Sin embargo, esta expresión no resulta tan conveniente en muchas ocasiones y suele utilizarse en su lugar (g/cm^3) para las densidades de sólidos y líquidos, y gramos por litro (g/L) para gases.

En general los procesos industriales necesitan medición continua de la densidad para funcionar eficientemente y garantizar así la calidad y uniformidad del producto final. Son ejemplo de esta práctica los ingenios de azúcar, el sector de producción de etanol, las cervecías, la industria láctea, las petroquímicas, el sector del papel y la celulosa, la minería, entre otras.

La figura 2 muestra los métodos más comunes de determinación de densidades en laboratorio:

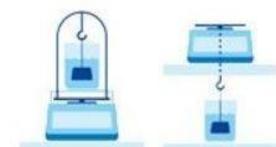
	Gravimétrico, empuje	Gravimétrico, desplazamiento	Picnómetro	Densímetro digital
Métodos	 <p>El vaso de precipitado para líquido auxiliar se coloca de pie en una plataforma o debajo de la balanza.</p>	 <p>El vaso de precipitado para líquido auxiliar se coloca de pie en la balanza.</p>	 <p>Material de vidrio con volumen definido.</p>	 <p>Tecnología de tubo de oscilación</p>
Adecuado para	<ul style="list-style-type: none"> Sólidos Líquidos (con cuerpo de desplazamiento de vidrio) 	<ul style="list-style-type: none"> Sustancias pastosas (con esfera de gamma) Líquidos (con cuerpo de desplazamiento de vidrio) Sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> Líquidos, dispersiones Lleno Gránulos 	<ul style="list-style-type: none"> Líquidos Gases
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> Proceso rápido Flexible en relación con el tamaño de la muestra Instrumento de pesaje ya disponible 	<ul style="list-style-type: none"> Proceso rápido Instrumento de pesaje ya disponible 	<ul style="list-style-type: none"> Método exacto Instrumento de pesaje ya disponible 	<ul style="list-style-type: none"> Proceso rápido Control exacto de la temperatura por los elementos Peltier Medición automática de la densidad Volúmenes pequeños de muestras
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> Sensible a la temperatura La muestra debe mojarse con mucho cuidado No deben quedar burbujas de aire atrapadas 	<ul style="list-style-type: none"> Sensible a la temperatura Se requiere un gran volumen de muestra 	<ul style="list-style-type: none"> Sensible a la temperatura Gran intensidad de mano de obra Requerir bastante tiempo No deben quedar burbujas de aire atrapadas 	<ul style="list-style-type: none"> Las muestras viscosas requieren una corrección de la viscosidad (disponible en instrumentos modernos).

Figura 2. Métodos comunes de determinación de densidades en laboratorio

Fuente: https://www.mt.com/es/es/home/applications/Laboratory_weighing/density-measurement.html

Cada método que se emplea y cada contexto, implica un uso específico de unidades, así las cosas, es importante reconocer las magnitudes, la forma cómo se obtienen, las unidades que se manejan ya que esto nos permitirá, a la postre, realizar cálculos.

La siguiente tabla resume algunas de las unidades derivadas de uso frecuente:

Magnitud	Fórmula	Unidades
Volumen	lado x lado x lado	m^3
Velocidad	Distancia/tiempo	$m.s^{-1}$
Aceleración	Velocidad/tiempo	$m.s^{-2}$
Fuerza	Masa x aceleración	Newton N= $kg.m^{-1}.s^2$
Presión	Fuerza/superficie	$N.m^2 = kg. m^{-1} s^2$
Densidad	Masa/volumen	Kg/m^3
Energía, Trabajo	Fuerza x distancia	Joule J = $N.m = kg. m^2. s^2$

Tabla 2. Unidades derivadas del SI

Fuente: http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/quimica/wp-content/uploads/sites/4/2016/09/quimica_20140911_07_anexo.pdf



Lectura recomendada

Si lo consideras necesario, puedes profundizar en el tema e identificar valores de conversión y equivalencias en la siguiente lectura:

*Unidades del sistema internacional.
Multiplicadores y equivalencias*

Breaking Vlad

Incertidumbre de medida, precisión y exactitud

No es posible obtener mediciones absolutamente exactas dado que todo

instrumento, incluso los equipos de referencia tienen errores de medición, así como también, errores asociados a los procedimientos de calibración, condiciones de proceso y condiciones medioambientales que pueden incidir en la medición. Por ende, toda medición tiene un margen de duda. La incertidumbre es el valor asociado a ese margen de duda de la medición efectuada. La estimación, el cálculo y la evaluación de incertidumbre de aparatos de uso industrial es esencial para saber cómo funcionan, qué error es esperable y en qué rango se mueven. El objetivo de todas las industrias, independientemente del sector, es reducir al máximo los fallos asociados a su producción. Por consiguiente, no sólo es importante conocer la incertidumbre asociada a un equipo, sino que es necesario evaluar cómo afecta a su funcionamiento.

Cifras significativas en la medición

La cifra significativa corresponde al conjunto de dígitos que se conocen una vez realizada una medición, que generalmente tendrá cierto grado de error o incertidumbre. Observa la figura 3, ¿Cuál es el volumen de agua que tiene la probeta?, ¿cómo se determina exactamente la medida del volumen de agua de la probeta?, ¿el volumen de agua en la probeta es 21ml o es 22ml?, ¿cómo estimar un dígito en lugar de las centésimas?

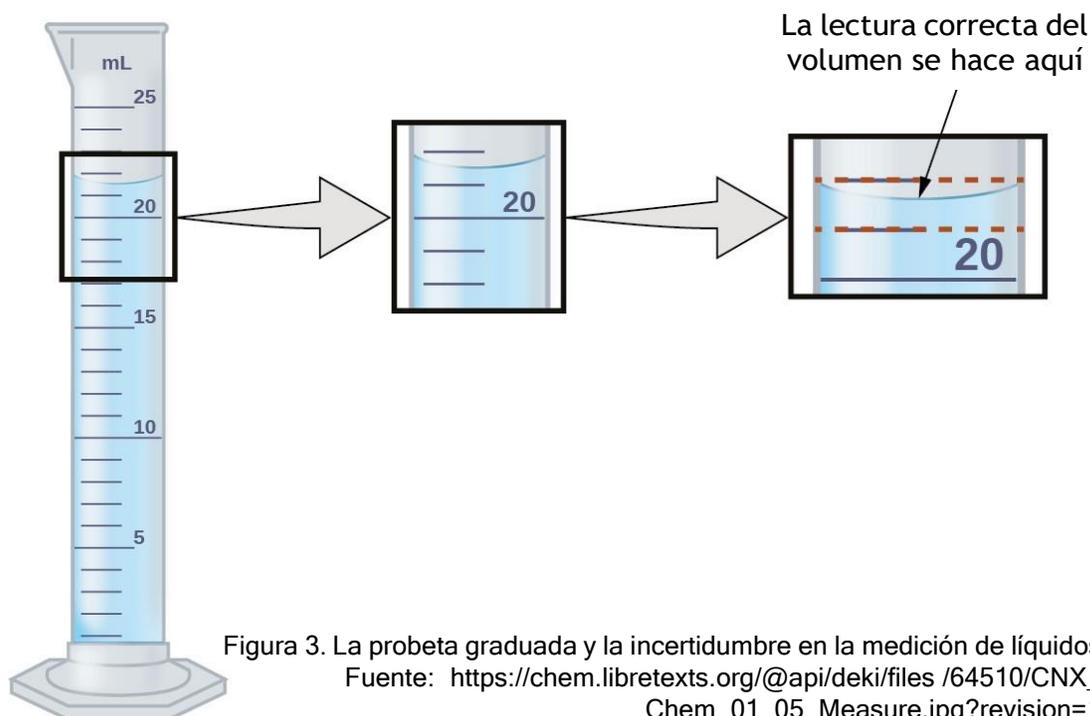


Figura 3. La probeta graduada y la incertidumbre en la medición de líquidos

Fuente: https://chem.libretexts.org/@api/deki/files/64510/CNX_Chem_01_05_Measure.jpg?revision=1

En general, las escalas numéricas como la de la probeta graduada permiten medir hasta una décima parte de la división de escala más pequeña. La escala en este caso tiene divisiones de 1 ml, por lo que los volúmenes pueden medirse sólo al 0.1 ml más cercano. Así las cosas, cada medición tiene cierta incertidumbre, que depende del dispositivo utilizado (y la capacidad del usuario). La identificación de **cifras significativas** atiende a tres reglas que es importante precisar:

- Regla 1: los dígitos distintos de cero son siempre significativos. Ej. 35,3 cm tres cifras significativas; 3543 m cuatro cifras significativas.
- Regla 2: cualquier cero que se encuentre entre dos dígitos significativos es significativo. Ej. 1080,7cm cinco cifras significativas; 5007,22 mm seis cifras significativas.
- Regla 3: los ceros al final del número, después la coma decimal es significativa Ej. 3789,0Km cinco cifras significativas 7,00 x 10⁶m tres cifras significativas.



Cifras significativas

Todos los dígitos de una medición, incluido el último dígito incierto, se denominan cifras o dígitos significativos. Siempre que realice una medición tenga en cuenta que, todos los dígitos en el resultado son significativos.

- Regla 4: no son significativos los ceros que se encuentran en el inicio de un número, estos solo indican la ubicación de la coma decimal, como tampoco lo son los ceros que están después de la coma decimal. Ej. 0,098m tres cifras significativas. 0,00067 ml dos cifras significativas.

Cifras importantes en los cálculos

Reconociendo que los resultados calculados a partir de una medición son al menos tan inciertos como la medición misma, es muy importante tener en cuenta la incertidumbre en las mediciones. Una forma de hacerlo es informar el resultado de un cálculo con el número correcto de cifras significativas, que se determina mediante las siguientes tres reglas para redondear números:

- Cuando se suma o resta, se debe redondear el resultado al mismo número de lugares decimales que la cifra con el menor número de lugares decimales (el valor menos preciso en términos de suma y resta).
- Cuando se multiplica o divide, se debe redondear el resultado al mismo número de dígitos que el dígito con el menor número de cifras significativas (el valor menos preciso en términos de multiplicación y división).
- Cuando el dígito que está inmediatamente a la derecha de la cifra que

se va a retener es menor que 5, se redondea hacia abajo y se deja el dígito retenido sin cambios; si es más de 5, se redondea y aumenta el dígito retenido en 1; si el dígito descartado es 5, se redondea hacia arriba o hacia abajo, lo que produce un valor par para el dígito retenido. Esta última regla puede parecer un poco extraña, pero se basa en estadísticas confiables y tiene como objetivo evitar cualquier sesgo al colocar el dígito “5”, ya que está igualmente cerca de los dos valores posibles del dígito retenido.

Exactitud y precisión

Realizar mediciones repetidas garantiza la calidad de los hallazgos y permite que quien lleva la actividad de medición conozca tanto la precisión como la exactitud de los resultados. Se puede afirmar que a medida que se producen resultados muy similares las mediciones son más precisas. Una medición se considera precisa si produce un resultado muy cercano al valor aceptado. Los valores precisos concuerdan entre sí; los valores exactos concuerdan con un valor de referencia que ha sido aceptado. Observa la figura 4, verás que allí se encuentran

relacionados los términos: precisión, veracidad, **error aleatorio**, error sistemático e incertidumbre, ¿Cómo interpretas este gráfico?, ¿cuál es la relación lógica que se da entre estos conceptos?



Error aleatorio

Es el error inevitable que se produce por eventos únicos imposibles de controlar durante el proceso de medición. Este error se determina por muestreo y realización de inferencias estadísticamente se utilizan pruebas de hipótesis y determinación de intervalos de confianza.

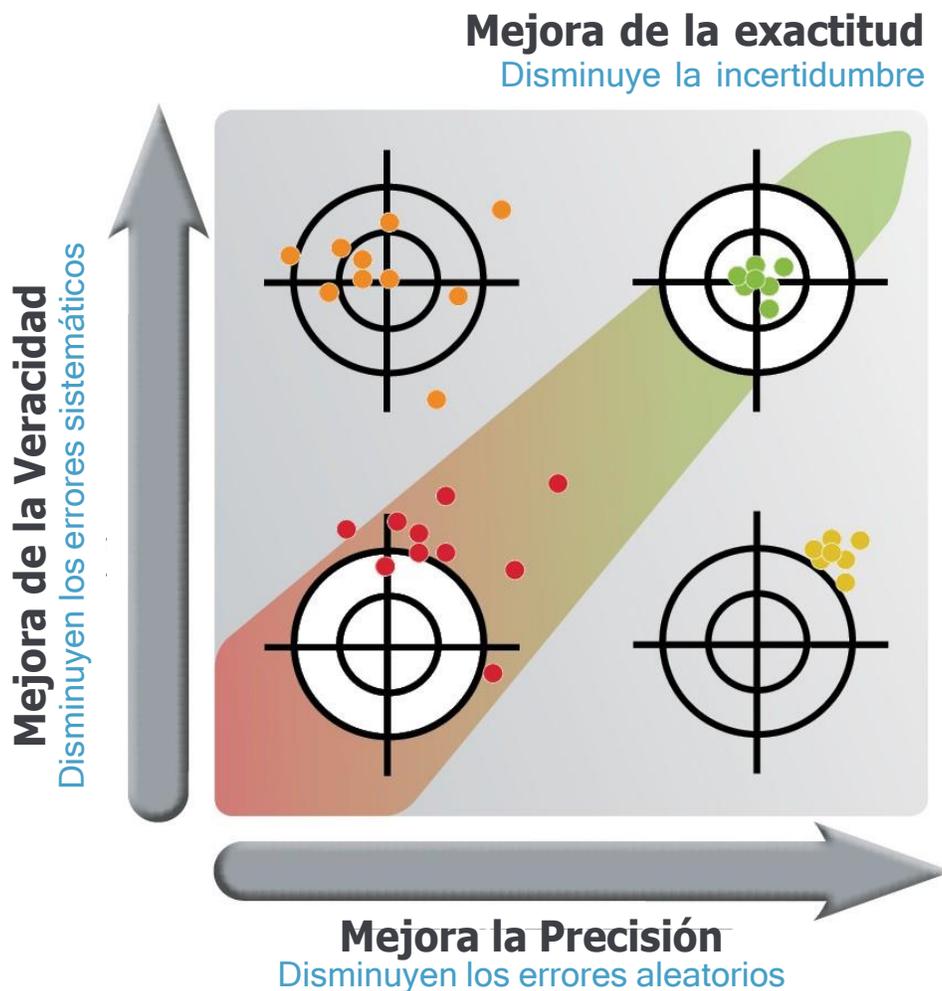


Figura 4. Relaciones entre precisión, veracidad y exactitud
Fuente: <https://www.artel.co/wp-content/uploads/2014/02/LR4-fig-1-Accurate-results-are-achieved-by-improving-both-precision-and-trueness.png>

El grado de precisión se puede medir cuantificando el efecto general de todos los errores aleatorios, utilizando estadísticas descriptivas como la Desviación Estándar, la Desviación Estándar Relativa (RSD) o el Coeficiente de Variación (CV). La exactitud requiere precisión y veracidad. La medida de la verdad (veracidad) está relacionada con el error sistemático.

Reconocer las unidades de medida y estar atento a los errores que se pueden cometer al llevar a cabo mediciones, hacen parte de la comprensión y apropiación del lenguaje científico que posibilita comprender mejor la información y tomar decisiones basadas en hechos.

Continuemos con la apropiación del lenguaje químico e iniciemos reconociendo la forma como se asignan los nombres a los compuestos químicos.



Lectura recomendada

Te invito a realizar la siguiente lectura complementaria, verás cómo la nanometrología se está utilizando en la actualidad en diferentes sectores industriales y cómo ésta contribuye a alcanzar los estándares de calidad de los productos.

Nanometrología: impacto en los sistemas de producción

Estefanía Ruiz Gómez y Luis Fernando Giraldo Jaramillo

Nomenclatura orgánica e inorgánica

Estados de oxidación y nomenclatura

A cada átomo que participa en una reacción de oxidación-reducción, se le asigna un número de oxidación que refleja su capacidad de adquirir, donar o compartir electrones. Reconocer qué es el estado de oxidación y cuáles son las reglas para determinarlos resulta útil cuando se nombran compuestos y/o al momento de escri-

- **Regla 2:** la suma total del estado de oxidación de todos los átomos en cualquier especie dada es igual a la carga neta en esa especie. Esto significa que, en especies neutras, la suma total del estado de oxidación de todos los átomos es 0 y que, en iones, la suma total del estado de oxidación es la carga del ion.
- **Regla 3:** en un compuesto, el estado de oxidación para el metal del Grupo 1 (IA) es +1 y para el metal del Grupo 2 (IIA), el estado de oxidación es +2
- **Regla 4:** el estado de oxidación del flúor en cualquier compuesto es -1.
- **Regla 5:** el estado de oxidación del hidrógeno es +1 en un compuesto. Con excepción de los hidruros metálicos donde es -1.



Número o estado de oxidación

Es el número total de electrones que un átomo gana o pierde para formar un enlace químico con otro átomo. Conceptualmente, es la carga hipotética que tendría un átomo antes o después de un enlace.

acción del oxígeno en un compuesto es -2.

- **Regla 7:** en los compuestos de dos elementos con metales, los elementos del

eg
la
6:
el
es
-
ta
do
de
ox
id

bir las fórmulas químicas. Veamos:

- **Regla 1:** cualquier átomo individual no combinado con otros elementos tiene el estado de oxidación de 0 (cero).

Grupo 15 (IIIA) tienen el estado de oxidación de -3, los elementos del Grupo 16 (6A) tienen el estado de oxidación de -2 y los elementos del Grupo 17 (VIIA) tienen el estado de oxidación de -1.

Nomenclatura



Nomenclatura

La palabra nomenclatura, viene del latín *Nomen* (nombre), *Calare* (llamar) y el sufijo *Ura* (actividad). *Nomenclar* significa nombrar atendiendo a un conjunto de reglas establecidas para denominar sustancias químicas inorgánicas y orgánicas.

Así como existe el Sistema Internacional de unidades de medida existe también la IUPAC que es la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, organización que brinda recomendaciones y precisiones sobre el uso de la nomenclatura. El objetivo principal de la nomenclatura química es brindar una metodología para asignar nombres y fórmulas a sustancias químicas para que puedan ser identificadas sin que haya lugar para la ambigüedad, facilitando así la comunicación. Otro objetivo que se desprende del anterior es lograr la estandarización con el fin de minimizar la cantidad de nombres “aceptables”. Reconozcamos algunas formas de nombrar compuestos, moléculas e iones que no contienen compuestos con enlace carbono-carbono.

El objetivo principal de la nomenclatura química es brindar una metodología para asignar nombres y fórmulas a sustancias químicas para que puedan ser identificadas sin que haya lugar para la ambigüedad, facilitando así la comunicación. Otro objetivo que se desprende del anterior es lograr la estandarización con el fin de minimizar la cantidad de nombres “aceptables”. Reconozcamos algunas formas de nombrar compuestos, moléculas e iones que no contienen compuestos con enlace carbono-carbono.

Para nombrar un compuesto inorgánico, es importante responder antes las siguientes preguntas:

- ¿El compuesto es iónico o molecular?
- Si el compuesto es iónico, ¿el metal forma iones de un solo tipo (carga fija) o más de un tipo (carga variable)?
- ¿Los iones son monoatómicos o poliatómicos?
- Si el compuesto es molecular, ¿contiene hidrógeno? Si es así, ¿también contiene oxígeno?

A partir de las respuestas y una vez se identifica en qué categoría se ubica el compuesto se procede a nombrarlo así:

Nomenclatura de compuestos inorgánicos

La forma de nombrar compuestos inorgánicos está directamente relacionada con su función química. Así que es de vital importancia recordar cuáles son las funciones químicas inorgánicas, antes de revisar las normas de nomenclatura.



Instrucción

Antes de iniciar a recordar los diferentes tipos de nomenclatura que hay para compuestos inorgánicos, es muy importante recordar las funciones químicas inorgánicas, para tal fin te invito a revisar el siguiente video resumen de funciones inorgánicas.

Nomenclatura para compuestos iónicos con una única carga

Los compuestos iónicos suelen ser compuestos binarios, para nombrarlos se da el nombre del anión (el nombre del elemento no metálico con su terminación reemplazada por el sufijo *uro*) y posteriormente se indica el nombre del catión (el metal). En general, este tipo de compuestos tienen comportamiento de sales, sales binarias, generalmente formadas por un no metal y un metal. Observa en la tabla 3 algunos ejemplos:

Fórmula Química	Catión	Anión	Nomenclatura	Usos en la industria
NaCl	Na ⁺	Cl ⁻	Cloruro de sodio	Producto de cocina o de alimentación. fabricación de papel, detergentes y productos para la limpieza del baño.
CaI ₂	Ca ⁺²	I ⁻	Yoduro de calcio	Fotografía, comida para gatos
KCl	K ⁺	Cl ⁻	Cloruro de potasio	Fertilizantes

Tabla 3. Compuestos iónicos con una única carga
Fuente: propia



Video

Si presentas dudas sobre lo que son los iones, cómo se forman y para qué, este recurso te podría interesar.

GCSE Chemistry - Formation of Ions #11

<https://youtu.be/PCZtnbxtXqE>

Compuestos que contienen iones poliatómicos

Los compuestos que contienen iones poliatómicos se nombran identificando primero el nombre del anión poliatómico (parte del compuesto que tiene carga parcial negativa, formada por dos no metales) y después se nombra el catión (nombre del metal). Estos compuestos corresponden a sales oxisales.

Fórmula Química	Catión	Anión	Nomenclatura	Usos en la industria
$\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$	Al^{+3}	$(\text{CO}_3)^{-2}$	Carbonato de aluminio	Elaboración de antitranspirantes.
K_2CO_3	K^{+1}	$(\text{CO}_3)^{-2}$	Carbonato de potasio	Se utiliza en la fabricación de algunos productos de aseo personal y cosméticos como los jabones blandos, perfumes, detergentes.
CaSO_4	Ca^{+2}	$(\text{SO}_4)^{-2}$	Sulfato de calcio	Utilizado como desecador y coagulante.
Na_3PO_4	Na^{+1}	$(\text{PO}_4)^{-3}$	Fosfato de sodio	Agente de saponificación de grasas. Se utiliza a nivel industrial para limpiar metales. En alimentación. Fabricación de quesos, emulsionante.

Tabla 4. Iones poliatómicos
Fuente: propia

Compuestos que contienen un ion metálico con una carga variable

Corresponden a los compuestos formados por los metales de transición, que en su mayoría pueden formar dos o más cationes con distintas cargas. Estos metales al unirse con no metales se nombran con el mismo método que los compuestos iónicos con una única carga, excepto que la carga del ion metálico se especifica mediante un número romano entre paréntesis después del nombre del metal. La carga del ion metálico se determina a partir de la fórmula del compuesto y la carga del anión. Un ejemplo podría ser el hierro y sus posibilidades de formación de compuestos con el cloro. Miremos:

El Fe (hierro) exhibe cargas de +2 o +3, así que puede formar los siguientes compuestos con el cloro: FeCl_2 , FeCl_3 . Con el fin de evitar ambigüedades, la carga del ion metálico se incluye como un número romano entre paréntesis inmediatamente después del nombre del metal. Estos dos compuestos se denominan inequívocamente cloruro de hierro (II) y cloruro de hierro (III), respectivamente.

Fórmula Química	Catión	Anión	Nombre del compuesto
FeCl_3	Fe^{+3}	Cl^{-1}	Cloruro de hierro (III)
FeCl_2	Fe^{+2}	Cl^{-1}	Cloruro de hierro (II)
Hg_2O	Hg^{+1}	O^{-2}	Óxido de mercurio (I)
HgO	Hg^{+2}	O^{-2}	Óxido de mercurio (II)
$\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$	Cu^{+2}	$(\text{PO}_4)^{-3}$	Fosfato de cobre (II)
Cu_3PO_4	Cu^{+1}	$(\text{PO}_4)^{-3}$	Fosfato de cobre (I)

Tabla 5. Compuestos que contienen un ion metálico con una carga variable
Fuente: propia

Como vemos hasta aquí nombrar **compuestos iónicos** resulta fácil si reconocemos los nombres de cationes y aniones y si identificamos sus cargas.

Los compuestos moleculares (covalentes) se caracterizan porque permiten la variación entre las relaciones de enlace (sencillo, doble, triple) entre los electrones de los átomos en una molécula. Así las cosas, el nombre que se le asigna al compuesto debe identificar explícitamente estas relaciones. Veamos:

Compuestos covalentes de dos elementos

Cuando dos elementos no metálicos forman un **compuesto molecular**, a menudo son posibles varias relaciones de combinación. Un ejemplo de esto corresponde a los óxidos de nitrógeno, ambos elementos con características no metálicas, lo que conlleva a que se produzca un enlace covalente y a que los átomos compartan diferente cantidad de electrones, según sean los estados de oxidación del nitrógeno. Veamos la siguiente tabla:

Estado de oxidación	Fórmula	Comentario
+1	N ₂ O	Gas incoloro; usado como anestésico dental
+2	NO	Gas incoloro; contaminante del aire
+3	N ₂ O ₃	Gas café rojizo
+4	NO ₂	Gas café naranja; venenoso y contaminante del aire
+4	N ₂ O ₄	Líquido incoloro a amarillo
+5	N ₂ O ₅	Sólido incoloro, volátil

Tabla 6. Óxidos de nitrógeno
Fuente: <https://www.textoscientificos.com/node/610>



Compuesto iónico

Sustancia química que se caracteriza por presentar enlaces entre iones cargados positivamente y aniones cargados negativamente. Los compuestos iónicos son sólidos que normalmente se funden a altas temperaturas y hierven a temperaturas aún más altas.

Compuesto molecular

Es un tipo de sustancia química que se caracteriza por presentar enlaces covalentes, en este tipo de moléculas los átomos comparten electrones. A menudo existen como gases, líquidos de bajo punto de ebullición y sólidos de bajo punto de fusión en condiciones normales, aunque existen excepciones importantes.

Como se trata de sustancias diferentes con propiedades diferentes, no pueden tener el mismo nombre (no se les puede llamar óxido de nitrógeno). Por lo tanto, se utiliza un método de denominación que es algo similar al utilizado para los compuestos iónicos, pero con prefijos añadidos para especificar el número de átomos de cada elemento, designados por los prefijos griegos (tabla 7).

Número	Prefijo
1	Mono
2	Di
3	Tri
4	Tetra
5	Penta
6	Hexa
7	Hepta
8	Octa
9	Nona
10	Deca

Tabla 7. Prefijos de nomenclatura
Fuente: General Chemistry at OpenStax CNX. Paul Flowers, Klaus Theopold & Richard Langley.

El nombre del elemento de carácter metálico (el que está más a la izquierda de la tabla periódica) es el primero en nombrar, seguido del nombre del elemento de carácter no metálico (el que está más a la derecha y/ o arriba) con su final cambiado al sufijo -uro.

Fórmula Química	Nombre del compuesto
SO ₂	Dióxido de azufre
BCl ₃	Tricloruro de boro
PF ₅	Pentafluoruro de fósforo
IF ₇	Heptafluoruro de yodo

Tabla 8. Compuestos covalentes de dos elementos.
Fuente: propia

Ácidos binarios

Los ácidos binarios se caracterizan por estar formados por hidrógeno y un elemento no metálico de los grupos VIA y VIIA además de estas características de composición es importante anotar que los ácidos liberan iones de hidrógeno, H⁺, cuando se disuelven en agua. Para denotar esta propiedad química distintiva en ácidos binarios, a la mezcla de agua con el ácido se le da el nombre derivado del nombre del compuesto. Con el fin de hacer evidente esta característica la palabra “hidrógeno” se cambia al prefijo hidro-; el nombre del elemento no metálico se modifica agregando el sufijo -ic; La palabra “ácido” se agrega como segunda palabra. Algunos ejemplos:

- HF (ac) Ácido fluorhídrico.
- H₂S (ac) Ácido sulfhídrico.
- HI(ac) Ácido yodhídrico.

Importante tener en cuenta que estos compuestos binarios también se encuentran en estado gaseoso, así que con el ánimo de brindar información más clara al respecto y diferenciarlos de los anteriores se encuentra que los nombres que se le asignan a los mismos compuestos es el siguiente:

- HF(g) Fluoruro de hidrógeno.
- H₂S(g) Sulfuro de hidrógeno.
- HI(g) Yoduro de hidrógeno.

Oxácidos

Muchos compuestos de carácter inorgánico contienen tres o más elementos. Los oxiacidos corresponde a este grupo y se caracterizan porque contienen hidrógeno, oxígeno y al menos otro elemento. Los enla-

ces que se establecen entre los electrones de la capa de valencia de los átomos están unidos de manera que le otorgan propiedades ácidas al compuesto. Los oxiacidos se reconocen porque tienen hidrógeno combinado con un ion poliatómico que contiene oxígeno.

Las reglas básicas para nombrarlos se describen a continuación:

- Comience con el nombre raíz del anión (recuerde la parte con carga parcialmente negativa).
- Reemplace el sufijo *ito* con el sufijo *oso* y el sufijo *ato* con el sufijo *ico*.
- Añada la palabra ácido.

Observa en la siguiente tabla algunos ejemplos:

Fórmula química del Oxácido	Identificación del anión	Nombre del ión	Nombre del ácido
HNO ₃	(NO ₃) ⁻¹	nitro to	Ácido nítrico
H ₂ SO ₃	(SO ₃) ⁻²	sulfi to	Ácido sulfuroso
HClO ₄	(ClO ₄) ⁻¹	percloro to	Ácido perclórico
H ₂ SO ₄	(SO ₄) ⁻²	sulfa to	Ácido sulfúrico
H ₃ PO ₄	(PO ₄) ⁻³	Fosfa to	Ácido fosfórico

Tabla 9. Oxácidos
Fuente: propia

Nomenclatura orgánica

La química orgánica se conoce como la química del carbono, se reconoce que en la actualidad se han aislado, preparado y caracterizado más de dos millones de compuestos orgánicos. Así que acercarse a un lenguaje nuevo y comprenderlo lleva tiempo, lo que se espera es que los elementos claves sobre nomenclatura te ayuden a ir comprendiendo de manera paulatina las relaciones entre los nombres y sus fórmulas y entre éstas y sus propiedades.

La química orgánica, como ya se mencionó antes, se centra en un solo elemento, el carbono, y esto se atribuye principalmente a que los enlaces carbono-carbono son fuertes, por lo que es posible que se formen cadenas largas o anillos de átomos de carbono unidos. El carbono no es el único elemento capaz de formar enlaces consigo mismo, aunque existen otros elementos como el boro, el silicio y el fósforo que forman enlaces fuertes en el estado elemental. Sin embargo, lo que hace singular al carbono es que también establece enlaces fuertes cuando se combina con otros elementos.

Idealmente, cada sustancia orgánica tiene un nombre sistemático y descriptivo que permite que solo se escriba una fórmula estructural que permita su identificación; desafortunadamente, la nomenclatura verdaderamente sistemática para compuestos orgánicos a menudo resulta complicada y puede ser poco clara, útil o eficiente para fines de conversación o de rutina. Por esta razón, se ha cotidianizado, algunos “apodos” o nombres comunes que ha sido difícil de sustituir y que en ocasiones pueden llegar a generar ideas erróneas sobre la composición de las sustancias. Por ejemplo, un doctor podría

decirle a un paciente que requiere vitamina A, o indicarle que debe aumentar el consumo de 9-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexenil)-3,7-dimetil-2,4,6,8-nonatetraen-1-ol.

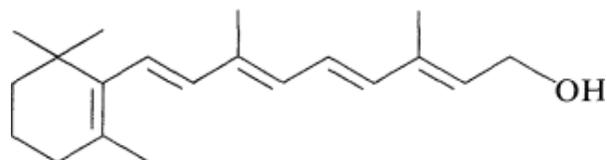


Figura 5. Fórmula estructural de la Vitamina A
Fuente: Basic Principles of Organic Chemistry (Roberts and Caserio) (2019)



Instrucción

Con el fin de reconocer las normas básicas de nombrar compuestos orgánicos, te invito a realizar la actividad práctica nomenclatura.

Etiquetado de productos químicos

La presencia y uso de productos químicos en el ámbito profesional, y también en el doméstico, es actualmente un hecho habitual; desde la gran industria hasta el pequeño taller, pasando por centros de trabajo especializados como los laboratorios o las peluquerías. Un punto clave para una actuación preventiva ante productos químicos radica en que toda persona que los utilice tenga la información precisa que le permita conocerlos y así poder asumir las precauciones que deben seguir en su manejo. La etiqueta es la fuente de información básica y obligatoria que identifica el producto, así como sus riesgos. Existen además, las Fichas de Datos de Seguridad (FDS) que son fuente de información complementaria sobre los productos químicos.



Video

Te invito a ver el siguiente video, que de forma amena y clara nos hace evidente la importancia de conocer y revisar el etiquetado de los productos químicos.

Nap o in ... danger: chemicals!

<https://youtu.be/5PrAybF5mJg>

Estequiometría

En cualquier reacción química la masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos. Esto implica que, si se conocen las cantidades de los reactivos, entonces se puede calcular la cantidad del producto y viceversa. Sin embargo, para poder hablar de estequiometría debemos iniciar con identificar algunos conceptos claves:

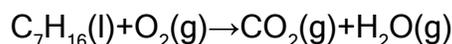
- **Ecuación química:** una ecuación química es la representación de un cambio químico que ha tenido la materia. Para poder plantear de manera apropiada una ecuación se debe tener clara una ley básica. La ley de la conservación de la materia que dice que “los átomos no se crean ni se destruyen durante ninguna reacción química”. Por lo tanto, a la hora de escribir una ecuación química se debe estar atento a que la misma cantidad de átomos está presente antes y después de la reacción. Los cambios que ocurren durante una reacción implican la reorganización de los átomos, pero no la variación de sus cantidades. En una ecuación química equilibrada, tanto los números de cada tipo de átomo como la carga total son los mismos en ambos lados. Si los números de cada tipo de átomo son diferentes en los dos lados de una ecuación química, entonces la ecuación está desequilibrada y no puede describir correctamente lo que sucede durante la reacción. Para proceder, la ecuación primero debe ser equilibrada. Además de tener presente la ley de la conservación de la materia, una ecuación química indica el tipo de reactantes, sus fórmulas, estados y las condiciones generales en las que se da la reacción.

Miremos la siguiente información:

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
+	Indica más, es decir, que dos o más sustancias se combinan.
S	Sólido.
l	Líquido.
g	Gas.
ac	Acuoso (en solución o disuelto en agua).
↑	Producto gaseoso.
↓	Producto sólido (forma precipitado).
→	Indica lo que produce o dirección de la reacción.
→ ←	Reacción irreversible.
△ → O ^{cator} →	Indica que la reacción se somete a calentamiento.
atm →	Señala la presión en atmósfera (atm) en la cual se lleva la reacción.
°c →	Señala la temperatura grados Celcius (°c) de la reacción.
Pd →	Indica la presencia de un catalizador. O símbolo de un elemento que se ha adicionado. Para modificar la velocidad de la reacción.

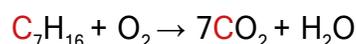
Figura 6. Ecuaciones químicas, escritura y convenciones
 Fuente: <https://oa.ugto.mx/oa/oa-rg-0001374/SIMBOLOGIA.png>

- **Balance de ecuaciones simples:** consideremos un ejemplo de una ecuación que representa la combustión del n-heptano (C_7H_{16}), un componente de la gasolina:

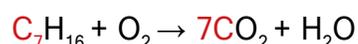


Si haces el ejercicio de identificar la cantidad de átomos que hay en cada una de las especies, te darás cuenta de que no se conserva la misma proporción, así que se debe balancear. Algunas ecuaciones se pueden balancear de manera sencilla y siguiendo la ruta que se describe se pueden encontrar los coeficientes correctos y balancear la ecuación:

- Identifica la sustancia más compleja. Para el ejemplo: C_7H_{16} .
- Comenzando con esa sustancia, selecciona un elemento que aparezca en un solo reactivo y un producto, si es posible, para el caso elegimos el carbono:

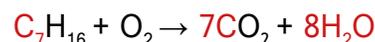


- Ajusta los coeficientes para obtener el mismo número de átomos de este elemento en ambos lados:

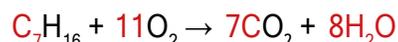


- Equilibra los iones poliatómicos (si están presentes) como una unidad. En nuestro ejemplo, no hay iones poliatómicos.
- Balancea los átomos restantes, generalmente terminando con la sustancia menos compleja y usando coeficientes fraccionarios si es necesario. Miremos :16 átomos de hi-

drógeno, necesitamos 8 moléculas de H_2O .



- Si se han utilizado un coeficiente fraccionario, multiplica a ambos lados de la ecuación por el denominador para obtener números enteros para los coeficientes. Para nuestro ejemplo no es el caso.
- Verifica tu trabajo contando los números de átomos de cada tipo en ambos lados de la ecuación para asegurarte de que la ecuación química esté equilibrada. Verificamos y vemos que falta balancear el oxígeno, hay 22 a la derecha y sólo dos a la izquierda, así que completas:



Además de proporcionar información cualitativa sobre las identidades y los estados físicos de los reactivos y productos, una ecuación química equilibrada proporciona información cuantitativa. Específicamente, proporciona las cantidades relativas de reactivos y productos consumidos o producidos en una reacción.

Una información que nos brinda la ecuación química es el número de átomos, moléculas o unidades de fórmula de un reactivo o un producto y se identifica al mirar en una ecuación química balanceada el coeficiente de cada una de las especies. Para el ejemplo anterior encontramos que una mol de moléculas de C_7H_{16} reacciona con once moles de moléculas de O_2 para producir 7 moles de moléculas de CO_2 y 8 moles de moléculas de H_2O .



Instrucción

El método que se trabajó aquí es el más sencillo, es importante que recuerdes otros de los métodos de balanceo que se trabajan, para tal fin te invito a realizar la actividad práctica de balance estequiometría.

Número de avogadro y mol

¿Para qué nos sirven los coeficientes de la ecuación y cómo los utilizamos?, ¿cómo se puede comprobar la conservación de la masa a partir de la ecuación química?, ¿cómo determinar cantidades de reactivos y de productos? Veamos:

- a. La masa molecular** de una sustancia es el resultado de la suma de las masas promedio de los átomos en una molécula de una sustancia. Para calcularla se suman las masas atómicas de los elementos en la sustancia, y se multiplican por el subíndice (escrito o implícito) en la fórmula molecular. Es importante tener en cuenta que las unidades de masa atómica corresponden a la unidad para expresar la masa de un átomo, y por lo tanto corresponderá también a la unidad con la que se expresa la masa molecular.

Continuemos con nuestra ecuación anterior $C_7H_{16} + 11 O_2 \rightarrow 7CO_2 + 8H_2O$.

Vamos a calcular la masa molar del C_7H_{16} para tal fin hacemos lo siguiente:

- Determina el número de átomos de cada elemento en la molécula.
- Busca las masas atómicas de cada elemento de la tabla periódica y multiplica la masa atómica de cada elemento por el número de átomos de ese elemento.
- Suma las masas para dar la masa molecular. Veamos:

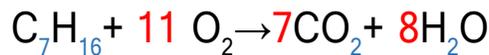


7 x masa atómica de C = 7 átomos (12 uma/átomo) = 84 uma de C
16 x masa atómica de H = 16 átomos de H (1 uma/átomo) = 16 uma de H
100 uma corresponde a la masa molecular del C_7H_{16}

b. Mol: antes de entrar en este concepto vamos a recordar algunos principios muy importantes:

- Cualquier compuesto químico tiene una combinación específica de átomos y las relaciones de los números de átomos de los elementos presentes son generalmente números enteros pequeños.
- Las proporciones de las masas de elementos que forman una serie de compuestos son números enteros pequeños.
- Para analizar las transformaciones que ocurren entre átomos o moléculas individuales en una reacción química, es necesario saber cuántos átomos o moléculas están contenidos en una cantidad medible en el laboratorio, en una masa dada de muestra. La unidad que proporciona este enlace es la mol que significa “pila” o “montón”.

Como ya lo habíamos explicado al inicio de este texto, la mol (mol) y es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene $6,022104076 \times 10^{23}$ entidades específicas, ¿qué quiere decir eso? Veamos:



De la anterior reacción podemos afirmar que:

- 1 mol/molécula de C_7H_{16} reaccionan con 11 mol/molécula O_2 .
- Se producen 7 mol/molécula de CO_2 y 8 mol/molécula H_2O .
- También se puede afirmar que 1 mol/molécula de C_7H_{16} está formado por 7 mol/átomos de C y 16 mol/átomos de H.

Para obtener la masa molecular del C_7H_{16} se debe realizar lo siguiente:

- a. Con ayuda de la tabla periódica buscar la masa atómica de cada elemento y multiplicar por la cantidad de mol:

$$\text{C} = 12 \text{ g/mol} \times 7 = 84 \text{ g/mol de Carbono}$$

$$\text{H} = 1 \text{ g/mol} \times 16 = 16 \text{ g/mol de hidrógeno}$$

- b. Realizar la sumatoria de las masas:

$$\text{Masa molecular} = 84 \text{ g/mol de C} + 16 \text{ g/mol de H} = 100 \text{ g/mol de } \text{C}_7\text{H}_{16}$$

Esta masa que hemos hallado se conoce con el nombre de masa molar. Para un elemento, la masa molar es la masa de 1 mol de átomos de ese elemento; para un compuesto molecular covalente, es la masa de 1 mol de moléculas de ese compuesto; para un compuesto iónico, es la masa de 1 mol de unidades de fórmula. Es decir, la masa molar de una sustancia es la masa (en gramos por mol) de 6.022×10^{23} átomos, moléculas o unidades de fórmula de esa sustancia.

Conocer esta información nos permite determinar la composición porcentual de un compuesto a partir de su fórmula molecular o empírica. También nos permite a partir de la composición porcentual hallar su fórmula empírica y nos permite hacer cálculos a partir de una ecuación química gracias a que se pueden identificar las relaciones molares que se dan entre reactivos y productos.

Este referente nos ha permitido reconocer parte del lenguaje químico, entender un lenguaje posibilita mejorar los canales de comunicación y evitar, para el caso de las sustancias químicas, posibles situaciones de riesgo. Comprender las unidades químicas, lo que significan y entender lo que comunica una ecuación química, nos permite acercarnos a comprender el comportamiento químico de las sustancias y las relaciones molares que tienen lugar en un proceso determinado.



Instrucción

Una forma de visualizar todo el panorama de lo trabajado hasta aquí es acercándote a este recurso de aprendizaje videoresumen sobre estequiometría.

Colombia: Normatividad y el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos – SGA

Colombia ha venido trabajando en torno a la importancia del reconocimiento y apropiación de ese lenguaje químico y desde el 2013 ha venido fortaleciendo la normatividad y el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos - SGA. Esta preocupación, relativamente reciente, busca responder a las siguientes problemáticas (informe del Perfil nacional de sustancias químicas en Colombia. Minambiente - UNIDO. 2012) que fueron identificadas a nivel nacional:

- Inadecuado manejo o manipulación de sustancias químicas.

- Desarrollo normativo insuficiente con relación a peligro y riesgo.
- Falta de información y capacitación de las personas que trabajan con sustancias químicas.
- Inadecuado almacenamiento de sustancias químicas.
- Recurrencia de incidentes tecnológicos con sustancias químicas y sus residuos.
- Falta de un registro unificado de accidentes a nivel nacional.
- Falta de un registro unificado de accidentes a nivel nacional.

Dentro del paquete de acciones emprendidas que incluyen la formulación del Decreto 1496 del 2018, se encuentra además una guía que busca estandarizar los elementos que debe tener una etiqueta de acuerdo con el SGA, ¿Qué información básica nos indican debe tener una etiqueta? miremos:



Figura 7
Fuente: <http://www.andi.com.co/Uploads/cartilla-intermedio.pdf>

Reconocer la información que nos brindan las etiquetas, no solo de sustancias químicas que pueden resultar peligrosas, sino de cualquier medicamento o alimento se convierte en un acto de responsabilidad con nosotros mismos y con quienes nos rodean.

Este referente nos ha permitido identificar los lenguajes de la química, desde el reconocimiento de las unidades y las magnitudes que se emplean con regularidad y que en muchas ocasiones se mezclan con las que se utilizan en otras áreas, hasta el lenguaje específico del área, como lo es el uso de símbolos, fórmulas, ecuaciones y nombres asociados a sustancias químicas. Reconocimos que los nombres que se atribuyen a las sustancias responden a reglas que buscan estandarizar con el fin de poder unificar un código que nos permite como usuarios de productos químicos reconocer a partir del nombre de los compuestos parte de sus propiedades y estar atentos a los riesgos que las sustancias pueden implicar para la salud o el medio ambiente e iniciamos el recorrido por uno de los temas centrales de la química, la estequiometría, área que nos permite a partir de cálculos identificar los principios de conservación de la materia y la energía.



Instrucción

Para terminar, los invito a revisar la galería que se encuentra en la parte principal del eje.

BIBLIOGRAFÍA

- Albarrán, I. (2020). *Casos prácticos*. Ministerio de trabajo y economía social. Gobierno de España. Tomado de <https://www.insst.es/casos-practicos>
- Bader, R. (2019). *Physical & Theoretical Chemistry*. Chemistry Libre Texts. Tomado de https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps
- Caseiro, M. & Roberts J. (2020). *Book: Basic Principles of Organic Chemistry (Roberts and Caserio)*. LibreTexts. Tomado de [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Book%3A_Basic_Principles_of_Organic_Chemistry_\(Roberts_and_Caserio\)](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Book%3A_Basic_Principles_of_Organic_Chemistry_(Roberts_and_Caserio))
- Glenn, T. (2020). *Chemistry 101A General College Chemistry*. Libre Texts. San Francisco: Universidad Estatal de California.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2014). Almacenamiento de productos químicos. Gobierno de España. Tomado de <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Almacenamiento+de+productos+quimicos.pdf/87f75b14-b979-4745-8bb5-5f6cb7d49e53>
- Ministerio de desarrollo y ambiente sostenible. (2017). *Guía de comunicación de comunicación de Peligros según el SGA*. Tomado de <http://www.andi.com.co/Home/Pagina/32-gestion-segura-de-sustancias-quimicas>
- Ministerio de Educación. (2016). Módulo de pensamiento científico. Química saber pro química- ICFES. Tomado de <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/494705/Guia%20de%20orientacion%20modulo%20pensamiento%20cientifico%20quimica%20saber%20pro%202016%202.pdf>
- Mettler Toledo. (s.f.). *Medición de la densidad*. Tomado de https://www.mt.com/es/es/home/applications/Laboratory_weighing/density-measurement.html
- PapelMatic. (14). *Pictogramas en productos químicos: ¿Qué significan?* Tomado de <https://papelmatic.com/pictogramas-en-productos-quimicos-que-significan/>
- Universidad de Guanajuato. (2017). TEMA 1 - *Símbolos en las ecuaciones químicas | Reacciones*. Tomado de <https://oa.ugto.mx/oa/oa-rg-0001374/SIMBOLOGIA.png>
- Universidad Nacional del Litoral. (2105). *Química. Conceptos fundamentales*. Tomado de http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/quimica/wp-content/uploads/sites/4/2016/09/quimica_20140911_07_anexo.pdf.pdf
- Valdés, G. (2014). Gestión en el manejo seguro de sustancias químicas residuos peligrosos. Tomado de https://translate.google.com/translate?hl=en&sl=es&u=https://www.colmenaseguros.com/arl/gestion-conocimiento/formar-presencial/memorias_eventos/Documents/congreso-monteria2014/Gestion-Integral-de-Materiales-y-Residuos-PeligrososGCAV2014.pdf&prev=search



www.usanmarcos.ac.cr

San José, Costa Rica