



Química para Segundo de Bachillerato

Apuntes para uso en clase

Javier Perán Jódar



Copyright © 2013 John Smith

PUBLISHED BY PUBLISHER

BOOK-WEBSITE.COM

Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License (the “License”). You may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>. Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an “AS IS” BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

First printing, March 2013

Índice general

I	Formulación Química	
1	Formulación en Química Inorgánica	9
1.1	Introducción	9
1.2	Sistemas de Nomenclatura	9
1.2.1	Nomenclatura de Composición	10
1.2.2	Nomenclatura de Sustitución	10
1.2.3	Nomenclatura de Adición	10
1.3	Tipos de Nomenclatura más utilizados	10
1.4	Número de Oxidación y Valencia	11
1.5	Sustancias Binarias	11
1.5.1	Formulación General de Sustancias Binarias	11
1.5.2	Óxidos	12
1.5.3	Peróxidos	12
1.5.4	Hidruros Metálicos	12
1.5.5	Hidruros No Metálicos	13
1.5.6	Sales Binarias Metal-No Metal	13
1.5.7	Sales Binarias No Metal-No metal	13
1.5.8	Hidrácidos	14
1.6	Sustancias Ternarias (I): Hidróxidos Metálicos y Oxoácidos	14
1.6.1	Hidróxidos Metálicos	14
1.6.2	Oxoácidos	15
1.6.3	Oxoácidos de Interés Especial	16
1.7	Iones	17
1.7.1	Cationes Monoatómicos	17

1.7.2	Cationes Homopoliatómicos	17
1.7.3	Oxoaniones	17
1.8	Sustancias Ternarias (II): Oxisales	18
1.9	Sustancias Cuaternarias: Oxisales Ácidas	19
1.10	Problemas	21
2	Formulación en Química Orgánica	23
2.1	Introducción	23
2.2	Estudio del Átomo de Carbono	24
2.3	Representación de los Compuestos Orgánicos	24
2.4	Número de Carbonos	25
2.5	Hidrocarburos	25
2.5.1	Hidrocarburos Saturados: Alcanos o Parafinas	25
2.6	Cicloalcanos	26
2.7	Alcanos Ramificados	26
2.7.1	Hidrocarburos Insaturados (I): Alquenos u Olefinas	28
2.7.2	Hidrocarburos Insaturados (II): Alquinos o Acetilenos	28
2.7.3	Hidrocarburos Insaturados Ramificados	29
2.7.4	Hidrocarburos Halogenados	30
2.8	Hidrocarburos Aromáticos	30
2.8.1	Introducción Histórica al descubrimiento y estructura del Benceno	30
2.8.2	Estructura del Benceno	30
2.8.3	Nomenclatura de Derivados Bencénicos Monosustituidos	31
2.8.4	Derivados Bencénicos Monosustituidos con Nombre Propio	31
2.9	Citation	31
2.10	Lists	31
2.10.1	Numbered List	31
2.10.2	Bullet Points	31
2.10.3	Descriptions and Definitions	31
3	In-text Elements	33
3.1	Theorems	33
3.1.1	Several equations	33
3.1.2	Single Line	33
3.2	Definitions	33
3.3	Notations	34
3.4	Remarks	34
3.5	Corollaries	34
3.6	Propositions	34
3.6.1	Several equations	34
3.6.2	Single Line	34
3.7	Examples	34
3.7.1	Equation and Text	35
3.7.2	Paragraph of Text	35

3.8	Exercises	35
3.9	Problems	35
3.10	Vocabulary	35

II	Part Two
----	----------

4	Presenting Information	39
4.1	Table	39
4.2	Figure	39
	Index	41

Formulación Química

1 Formulación en Química Inorgánica ... 9

- 1.1 Introducción
- 1.2 Sistemas de Nomenclatura
- 1.3 Tipos de Nomenclatura más utilizados
- 1.4 Número de Oxidación y Valencia
- 1.5 Sustancias Binarias
- 1.6 Sustancias Ternarias (I): Hidróxidos Metálicos y Oxoácidos
- 1.7 Iones
- 1.8 Sustancias Ternarias (II): Oxisales
- 1.9 Sustancias Cuaternarias: Oxisales Ácidas
- 1.10 Problemas

2 Formulación en Química Orgánica ... 23

- 2.1 Introducción
- 2.2 Estudio del Átomo de Carbono
- 2.3 Representación de los Compuestos Orgánicos
- 2.4 Número de Carbonos
- 2.5 Hidrocarburos
- 2.6 Cicloalcanos
- 2.7 Alcanos Ramificados
- 2.8 Hidrocarburos Aromáticos
- 2.9 Citation
- 2.10 Lists

3 In-text Elements 33

- 3.1 Theorems
- 3.2 Definitions
- 3.3 Notations
- 3.4 Remarks
- 3.5 Corollaries
- 3.6 Propositions
- 3.7 Examples
- 3.8 Exercises
- 3.9 Problems
- 3.10 Vocabulary



1. Formulación en Química Inorgánica

1.1 Introducción

Desde los primeros albores de las ciencias químicas, los científicos han buscado un método de nomenclatura capaz de representar y reflejar la complejidad y diversidad de la materia que forma el mundo físico que nos rodea. Así, partiendo de los primeros trabajos al respecto del científico inglés *J. Dalton (1766-1844)* los sistemas de nomenclatura han ido evolucionando a la par que la propia química, e igual que cualquier lengua, se han adaptado a los nuevos cambios y descubrimientos, y a la manera en que los propios químicos han desarrollado una ciencia con poco mas de 200 años de historia.

En 1919 se crea la *International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)* como organismo internacional para, entre otros cometidos, establecer estándares globales de simbología y protocolos operacionales en química. Por tanto, hoy en día la IUPAC es la máxima autoridad en materia de nomenclatura química, y es la encargada de revisar e introducir los cambios pertinentes en los distintos sistemas según el desarrollo natural de la propia ciencia.

La última revisión de los protocolos de nomenclatura y formulación tuvo lugar en el año 2005, y fueron publicados, para el caso de la formulación inorgánica, en el “Libro Rojo de la IUPAC” de 2007. Este capítulo contiene todas las nuevas modalidades de nomenclatura y formulación. que incluyen cambios radicales en la manera de nombrar oxoácidos, oxisales y oxoaniones. Como todos los cambios de especial envergadura en ciencia requieren de un periodo de adaptación, se han incluido en los anexos la nomenclatura de dichas especies mediante los sistemas anteriores a las recomendaciones de 2005, de forma que el alumno pueda comprenderlos en el caso de que alguna publicación todavía los contenga.

1.2 Sistemas de Nomenclatura

En el desarrollo de la nomenclatura química han surgido varios sistemas para la construcción de los nombres de los elementos y compuestos químicos. Cada uno de los sistemas tiene su propio conjunto de reglas. Algunos sistemas son de aplicación general; en cambio, otros han surgido

de la necesidad de usar sistemas más especializados en áreas determinadas de la química. En concreto, en lo referente a la química inorgánica, tres son los sistemas principales de nomenclatura: la nomenclatura de composición, la de sustitución y la de adición. La nomenclatura de adición es quizás la que puede usarse de forma más generalizada en química inorgánica. La nomenclatura de sustitución puede usarse en determinadas áreas. Estos dos sistemas requieren el conocimiento de la estructura de las especies químicas que van a ser nombradas. En cambio, la nomenclatura de composición puede usarse cuando no es necesario aportar información sobre la estructura de las sustancias, o no se conoce, y sólo se indica la estequiometría o composición.

1.2.1 Nomenclatura de Composición

Esta nomenclatura está basada en la composición no en la estructura. Por ello, puede ser la única forma de nombrar un compuesto si no se dispone de información estructural.

El tipo más simple de este tipo de nomenclatura es la llamada estequiométrica. En ella se indica la proporción de los constituyentes a partir de la fórmula empírica o la molecular. La proporción de los elementos o constituyentes puede indicarse de varias formas:

- Utilizando prefijos multiplicativos (Método Sistemático).
- Utilizando números de oxidación de los elementos (Sistema de Stock, mediante números romanos).
- Utilizando la carga de los iones (mediante los números de Ewens-Basset, números arábigos seguido del signo correspondiente)

1.2.2 Nomenclatura de Sustitución

De forma general, en esta nomenclatura se parte del nombre de unos compuestos denominados Hidruros Parentales y se indica, junto con los prefijos de cantidad correspondientes, el nombre de los elementos o grupos que sustituyen a los hidrógenos. Esta nomenclatura es la usada generalmente para nombrar los compuestos orgánicos.

1.2.3 Nomenclatura de Adición

Esta nomenclatura se desarrolló originalmente para nombrar los compuestos de coordinación. Así, se considera que el compuesto consta de un átomo central o átomos centrales con ligandos asociados, cuyo número se indica con los prefijos multiplicativos correspondientes.

Los tres sistemas de nomenclatura pueden proporcionar nombres diferentes, pero sin ambigüedades, para un compuesto dado. La elección entre los tres sistemas depende de la clase de compuesto inorgánico que se trate y el grado de detalle que se desea comunicar.

1.3 Tipos de Nomenclatura más utilizados

A continuación pasaremos a detallar los tipos de nomenclatura mas empleados en Química Inorgánica, independientemente que estos sistemas sean de Composición, Sustitución o Adición

- **Nomenclatura de Stock** Se nombra el compuesto seguido de la valencia del elemento central entre paréntesis y en números romanos, si hiciera falta.

Nomenclatura Sistemática Se nombra la fórmula del compuesto químico utilizando prefijos para nombrar los subíndices de la fórmula. Dichos prefijos son:

- **Nomenclatura Tradicional** La Nomenclatura Tradicional es un tipo de nomenclatura en desuso, aunque se sigue utilizando masivamente en Oxoácidos, Oxisales y Oxisales Ácidas.

Prefijo	Cantidad	Prefijo	Cantidad
mono-	1	hexa-	6
di-	2	hepta-	7
tri-	3	octa-	8
tetra-	4	nona-	9
penta-	5	deca-	10

Cuadro 1.1: Prefijos Nomenclatura Sistemática

Consiste en nombrar el compuesto usando una serie de prefijos y sufijos para indicar la valencia del elemento central. Dichos Prefijos y Sufijos son:

Prefijos y Sufijos
Hipo- -oso
-oso
-ico
Per- -ico

Cuadro 1.2: Prefijos y Sufijos de la Nomenclatura Tradicional

- **Nomenclatura de Adición** La Nomenclatura de Adición consiste en nombrar los compuestos como adición de iones. Se utiliza sobre todo en Oxoácidos, Oxisales y Oxisales Ácidas

1.4 Número de Oxidación y Valencia

Se denomina valencia a la capacidad combinatoria que tiene un elemento cuando forma compuestos químicos. Normalmente las valencias se comparten entre familias de elementos, aunque hay excepciones. El número de oxidación es igual que la valencia pero con signo menos cuando el elemento actúa como anión y positivo cuando actúa como catión.

1.5 Sustancias Binarias

Se definen las sustancias binarias como aquellas formadas por dos tipos de elementos. Son sustancias binarias los óxidos, hidruros y sales binarias.

1.5.1 Formulación General de Sustancias Binarias

Las sustancias binarias se formulan siempre siguiendo las siguientes normas:

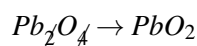
1. Se escriben los símbolos de los elementos que forman el compuesto:



2. Se intercambian las valencias de los elementos:



3. Se simplifica si se puede:



1.5.2 Óxidos

Se denominan así a las combinaciones del oxígeno con otro elemento, metálico o no metálico, a excepción de los halógenos.



En estos compuestos, el número de oxidación del oxígeno es -2, mientras que el otro elemento actúa con número de oxidación positivo. Se nombran siguiendo las Nomenclaturas Sistemáticas y de Stock.

Para hallar la valencia del elemento central se utiliza la siguiente fórmula:

$$Val(M) = \frac{2 \cdot y}{x} \quad (1.1)$$

Fórmula	Nomenclatura Sistemática	Nomenclatura de Stock
FeO	(Mon)óxido de Hierro	Óxido de Hierro (II)
Fe_2O_3	Trióxido de dihierro	Óxido de Hierro (III)
K_2O	Óxido de dipotasio	Óxido de Potasio ¹
P_2O_5	Pentaóxido de difósforo	Óxido de Fósforo (V)
Cu_2O	(Mon)óxido de dicobre	Óxido de Cobre (I)

Cuadro 1.3: Ejemplos de Óxidos

1.5.3 Peróxidos

Son combinaciones del anión peróxido O_2^{2-} , con un elemento metálico o no metálico. El grupo tiene valencia 2 y *el subíndice del oxígeno no se puede simplificar bajo ningún concepto*. El Compuesto mas simple es el H_2O_2 , Peróxido de Hidrógeno, que se conoce con el nombre común de Agua Oxigenada. Se nombran siguiendo las nomenclaturas sistemática y de Stock.

Fórmula	Nomenclatura Sistemática	Nomenclatura de Stock
Na_2O_2	Dióxido de disodio	Peróxido de Sodio
BaO_2	Dióxido de Bario	Peróxido de Bario
CuO_2	Dióxido de Cobre	Peróxido de Cobre

Cuadro 1.4: Ejemplos de Peróxidos

1.5.4 Hidruros Metálicos

Son combinaciones del Hidrógeno con un metal. La fórmula general es:



En los hidruros, *la valencia del elemento central siempre es el subíndice del hidrógeno*, ya que este siempre actúa con valencia 1. Se nombran utilizando las nomenclaturas Sistemática y de Stock.

Fórmula	Nomenclatura Sistemática	Nomenclatura de Stock
LiH	Hidruro de Litio	Hidruro de Litio
CaH_2	Dihidruro de calcio	Hidruro de Calcio
FeH_3	Trihidruro de hierro	Hidruro de Hierro (III)
PdH_4	Tetrahidruro de paladio	Hidruro de Paladio (IV)

Cuadro 1.5: ejemplos de Hidruros Metálicos

1.5.5 Hidruros No Metálicos

Son combinaciones del Hidrógeno con no metales de los grupos 13, 14 y 15. Uno de los sistemas de nomenclatura recogidos en las recomendaciones de 2005 de la IUPAC, es la denominada sustitutiva, tal y como se ha comentado al principio. Esta forma de nombrar los compuestos está basada en los denominados *hidruros padres o progenitores*. Éstos son hidruros, con un número determinado de átomos de hidrógeno unidos al átomo central, de los elementos de los grupos 13 al 17 de la tabla periódica. El nombre de los hidruros padres o progenitores están recogidos en la tabla siguiente:

Nombre	Fórmula	Nombre	Fórmula	Nombre	Fórmula
BH_3	Borano	CH_4	Metano	NH_3	Azano
AlH_3	Alumano	CH_4	Silano	NH_3	Fosfano
GaH_3	Galano	GeH_4	Germano	AsH_3	Arsano
InH_3	Indagano	SnH_4	Estannano	SbH_3	Estibano
TlH_3	Talano	PbH_4	Plumbano	BiH_3	Bismutano

Cuadro 1.6: Hidruros Parentales o Progenitores

1.5.6 Sales Binarias Metal-No Metal

Son combinaciones binarias entre un metal y un no metal con la siguiente fórmula general:



El no metal actúa siempre con la *valencia correspondiente a su estado de oxidación negativo*. Se nombran añadiendo al no metal la terminación *-uro*. La valencia del elemento central se halla teniendo en cuenta la valencia con la que actúa el no metal, y viendo si esta está presente como subíndice en el metal. Se nombran mediante las nomenclaturas Sistemática y Stock.

Fórmula	Nomenclatura Sistemática	Nomenclatura de Stock
$NaBr$	Bromuro de sodio	Bromuro de Sodio
$FeCl_2$	Dicloruro de hierro	Cloruro de hierro (II)
PtI_4	tetrayoduro de platino	Yoduro de Platino (IV)
Ag_2S	Sulfuro de diplata	Sulfuro de Plata

Cuadro 1.7: Ejemplos de Sales Binarias Metal-No Metal

1.5.7 Sales Binarias No Metal-No metal

Son combinaciones binarias entre dos no metales con la siguiente fórmula general:

²También se consideran sales binarias las combinaciones del anión cianuro (CN^-) y del catión amonio (NH_4^+)



El más electronegativo se colocará siempre a la derecha y será el que actúe con la menor de las valencias posibles. Se nombrará con la terminación -uro. Aunque también se pueden nombrar con la Nomenclatura de Stock, se recomienda usar la Nomenclatura Sistemática.

Fórmula	Nomenclatura Sistemática	Nomenclatura de Stock
SF_6	Hexafluoruro de azufre	Fluoruro de Azufre (VI)
PCl_3	Tricloruro de fósforo	Cloruro de Fósforo (III)
BN	Nitrato de boro	Nitrato de Boro
As_2S_5	Pentasulfuro de diarsénico	Sulfuro de Arsénico(V)
ICl_7	heptacloruro de yodo	Cloruro de Yodo (VII)

Cuadro 1.8: Ejemplos de Sales Binarias No Metal-No Metal

1.5.8 Hidrácidos

Son combinaciones del Hidrógeno con los elementos de los grupos 16 y 17. Los hidrácidos son en realidad sales de hidrógeno gaseosas disueltas en agua. Así, tendremos dos maneras de nombrarlas, como sal gaseosa o como hidrácido. Para nombrarlo como éste último, se añade la terminación -hídrico.

Fórmula	Nombre de Sal	Nombre de Hidrácido
HF	Fluoruro de Hidrógeno	Ácido Fluorhídrico
HCl	Cloruro de Hidrógeno	Ácido Clorhídrico
HBr	Bromuro de Hidrógeno	Ácido Bromhídrico
HI	Yoduro de Hidrógeno	Ácido Yodhídrico
H_2S	Sulfuro de Hidrógeno	Ácido Sulfhídrico
H_2Se	Seleniuro de Hidrógeno	Ácido Selenhídrico
H_2Te	Telururo de Hidrógeno	Ácido Telurhídrico

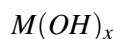
Cuadro 1.9: Hidrácidos nombrados como tales y como sales de hidrógeno

1.6 Sustancias Ternarias (I): Hidróxidos Metálicos y Oxoácidos

Se definen sustancias ternarias como aquellas que estas formadas por tres tipos distintos de átomos. Las sustancias ternarias constituyen uno de los grupos más importantes de toda la química inorgánica.

1.6.1 Hidróxidos Metálicos

Son combinaciones de un metal con el grupo OH, que en su conjunto tiene valencia 1. Su fórmula general es:



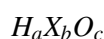
Se formula de la misma manera que los compuestos binarios, teniendo en cuenta que el grupo OH se considera como uno y que, por tanto, si hay que añadirle un subíndice éste va en paréntesis. Se nombran mediante las nomenclaturas Sistemática y de Stock: La valencia del elemento central siempre será el subíndice que acompaña al grupo OH (al igual que en los hidruros).

Fórmula	Nomenclatura Sistemática	Nomenclatura de Stock
$NaOH$	Hidróxido de sodio	Hidróxido de Sodio
$Ca(OH)_2$	Dihidróxido de calcio	Hidróxido de calcio
$Fe(OH)_3$	Trihidróxido de Hierro	Hidróxido de Hierro (III)
$CuOH$	Hidróxido de cobre	Hidróxido de Cobre (I)
$Mg(OH)_2$	Dihidróxido de magnesio	Hidróxido de Magnesio

Cuadro 1.10: Ejemplos de Hidróxidos Metálicos

1.6.2 Oxoácidos

Se denominan oxoácidos a aquellos ácidos que contienen oxígeno. Su fórmula general es:

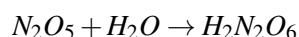


Los oxoácidos provienen de añadir agua a un óxido de un no metal. Por tanto, para formularlos se seguirán los siguientes pasos:

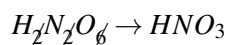
1. Se formula el óxido correspondiente. Para nuestro ejemplo formularemos el Óxido de Nitrógeno (V):



2. Se le añade agua, procurando disponer los átomos según la fórmula general:



3. Se simplifica si se puede:



Según las recomendaciones de la IUPAC 2005, se pueden nombrar de tres maneras distintas: mediante la Nomenclatura Tradicional, Nomenclatura de Adición y Nomenclatura de Hidrógeno.

- **Nomenclatura Tradicional o Clásica** Para nombrarlos de este modo, es necesario conocer todos los números de oxidación que puede presentar el elemento que actúa como átomo central en la formación de oxoácidos. Luego, el número de oxidación que presenta en el compuesto concreto que queremos nombrar, se indica mediante sufijo y/o prefijos. Con esta nomenclatura se pueden nombrar hasta cuatro oxoácidos diferentes para un elemento actuando como átomo central. Los prefijos y sufijos que se usan son:

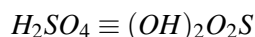
Para hallar la valencia del elemento central del oxoácido, se utiliza la siguiente fórmula:

Pref.	Suf	Cuatro	Tres	Dos	uno
Hipo-	-oso	Más Bajo	Más Bajo		
	-oso	Tercero	Intermedio	Más Bajo	
	-ico	Segundo	Más Alto	Más Alto	Única
Per-	-ico	Más Alto			

Cuadro 1.11: Prefijos y Sufijos utilizados en la Nomenclatura Tradicional

$$Val(X) = \frac{2 \cdot c - a}{b} \quad (1.2)$$

- **Nomenclatura de Adición** La nueva nomenclatura de adición introducida por la IUPAC pretende dar información estructural del oxoácido a través de su nombre. Es decir, con la nomenclatura de adición nombramos la estructura de Lewis del oxoácido, lo cual nos dará información extra en el caso de compuestos complejos. Para ello, primero agrupamos los átomos de hidrógeno y oxígeno presentes en el ácido en forma de grupos OH y grupos O solitarios.



Se nombran los grupos OH con un prefijo de cantidad y la palabra “hidroxido” los O con prefijo y la palabra “óxido” y por último el nombre del átomo central:



Cuando un ácido presenta dos entidades dinucleares simétricas, pueden nombrarse estas entidades siguiendo la nomenclatura de adición. Para indicar que son dos entidades, se introduce el nombre entre paréntesis y se utiliza el prefijo *bis-*. Delante, separado por un guión, se nombra el elemento que sirve de puente. Este elemento se nombra anteponiéndole la letra griega μ – separada por un guión. Generalmente, en estos compuestos, el elemento que actúa como puente es el oxígeno y se nombra como *-oxido-*. Así, para el caso del Ácido Disulfúrico, $H_2S_2O_7$:

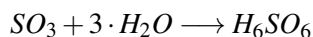


- **Nomenclatura de Hidrógeno** Consiste en nombrar, en primer lugar, los hidrógenos que contiene el ácido mediante la palabra *hidrogeno-*, precedida por el prefijo de cantidad. A continuación, sin dejar espacios y entre paréntesis, se nombra el anión según la nomenclatura de adición; es decir, en general, se nombran los oxígenos que tiene y se acaba con la raíz del nombre del átomo central acabado en *-ato*.



1.6.3 Oxoácidos de Interés Especial

- **Prefijos -orto y -meta** Existen algunos ácidos que de forma natural suelen captar mas de una molécula de agua en el proceso de hidratación desde el óxido correspondiente. Cuando esto ocurre, se le antepone el prefijo *-orto*, si captan tres moléculas de agua, o *-meta* si solo captan una (aunque el prefijo meta se obvia salvo en los casos en los que el ácido más común es el orto). Por ejemplo, el ácido ortosulfúrico:

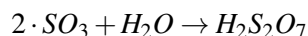


Fórmula	Nombre	Fórmula	Nombre
H_5IO_6	Ácido Ortoperyódico	HIO_3	Ácido Yódico
H_3PO_4	Ácido Fosfórico	HPO_3	Ácido Metafosfórico
H_3AsO_3	Ácido Arsenioso	$HPAs_3$	Ácido Metaarsenioso
H_4SiO_4	Ácido Silícico	H_2SiO_3	Ácido Metasilícico
H_6TeO_6	Ácido Ortotelúrico	H_2TeO_4	Ácido Telúrico

Cuadro 1.12: Ejemplos de oxoácidos orto y meta

Como puede observarse en el Cuadro 1.12, en el caso de P, As y Si, estos elementos tienen tendencia natural a formar ácidos orto, por lo que se omite el prefijo orto y, por contra, se indica el prefijo meta para el caso de una molécula de agua de hidratación.

- **Oxoácidos con Doble Número de Átomo Central** Son compuestos que provienen de la hidratación de un óxido de un no metal dimerizado. Se nombran utilizando el prefijo di- o -piro (en desuso):



- **Tioácidos y Peroxoácidos** Los tioácidos provienen de sustituir un oxígeno del oxoácido de partida por azufre. Ej:



Los peroxoácidos son aquellos que tienen un oxígenos mas que el oxoácido de partida. Ej:



1.7 Iones

Los iones son especies con carga (ya sea un átomo o un grupo de átomos). En la fórmula de los iones monoatómicos, la carga se expresa con un superíndice a la derecha del símbolo del elemento. Su valor se indica con un número seguido del signo correspondiente Cu^{2+} . En los iones poliatómicos, la carga, que se indica igualmente con un superíndice a la derecha del último elemento que forma el ion, corresponde a la suma de los números de oxidación que se atribuye a los elementos que lo constituyen. por ejemplo en el SO_4^{2-} , la garga (2-) pertenece a todo el ion. Cuando el valor de la carga es uno, ya sea positiva o negativa, sólo se indica con el signo en la fórmula.

1.7.1 Cationes Monoatómicos

Hay dos formas de nombrarlos, basadas en el número de carga o en el número de oxidación:

1. **Uso del número de carga (sistema Ewens–Basset)** Se nombra el elemento y se indica, seguidamente, el número de la carga entre paréntesis.
2. **Uso del número de oxidación (sistema de Stock)** Se nombra el elemento y se indica, seguidamente, el número de oxidación entre paréntesis.

Ion	Ewens-Basset	Stock
Fe^{3+}	Ion Hierro (3+)	Ion Hierro (III)
Au^+	Ion Oro (1+)	Ion Oro (I)
B^{3+}	Ion Boro (3+)	Ion Boro
Mg^{2+}	Ion Magnesio (2+)	Ion Magnesio

Cuadro 1.13: Ejemplos de Cationes Monoatómicos

1.7.2 Cationes Homopoliatómicos

Se utiliza la nomenclatura estequiométrica, añadiéndole el número de carga correspondiente al nombre del elemento con el prefijo de cantidad y la terminación “-uro”.

1.7.3 Oxoaniones

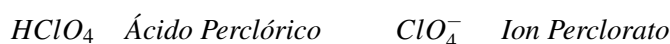
Son los iones que resultan por la pérdida por parte de los oxoácidos de los iones Hidrógeno(1+) (H^+). Se pueden nombrar utilizando tres nomenclaturas:

- **Nomenclatura Tradicional** Se utilizan los prefijos y sufijos propios de la nomenclatura tradicional, pero con el siguiente cambio:

Fórmula	Nombre	Nombre Común Aceptado
O_2^{2-}	Dioxido(2-)	Peróxido
I_3^-	Triyoduro(1-)	
N_3^-	Trinitruro(1-)	Azida
S_2^{2-}	Disulfuro(2-)	

Cuadro 1.14: Ejemplos de Cationes Homopoliatómicos

Ácido	Ion
-ico	-ato
-oso	-ito



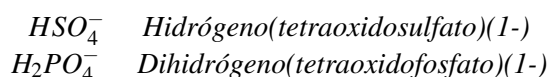
Como hay oxoácidos con varios hidrógenos, puede ocurrir que el anión derivado se forme por pérdida de algunos, pero no de todos los hidrógenos. En este caso, se antepone el prefijo hidrogeno-, dihidrogeno-, etc..., según el caso, al nombre del anión.



- **Nomenclatura Sistemática** Como hay oxoácidos con varios hidrógenos, puede ocurrir que el anión derivado se forme por pérdida de algunos, pero no de todos los hidrógenos. En este caso, se antepone el prefijo hidrogeno-, dihidrogeno-, etc..., según el caso, al nombre del anión. Se nombran los elementos, indicando el número de cada uno con los prefijos de cantidad. Sería como eliminar los hidrógenos de la Nomenclatura de Hidrógeno de los oxoácidos. Finalmente, se indica la carga del anión mediante el número de carga (sistema Ewens-Basset).



Para los aniones que contienen hidrógeno (oxoaniones ácidos) se puede usar esta nomenclatura, indicando la carga del anión al final del nombre entre paréntesis.



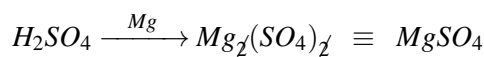
- **Nomenclatura de Adición** Para nombrar estos aniones derivados, se siguen las mismas reglas que para los oxoácidos en cuanto a la forma de nombrar los grupos unidos átomo central, pero se añade el sufijo “-ato” al nombre del elemento que actúa como átomo central y, a continuación, el número de carga del anión entre paréntesis.



En el caso de oxoaniones no ácidos, la nomenclatura de adición y la sistemática coinciden

1.8 Sustancias Ternarias (II): Oxisales

Las oxisales provienen de sustituir los hidrógenos de un oxoácido por un metal, intercambiando sus valencias y simplificando si se puede:



Se pueden nombrar utilizando tres tipos de nomenclatura:

- **Nomenclatura Tradicional** Se nombra el oxoanión y, tras la palabra “de”, se indica el nombre del catión al que se le incorpora su valencia mediante el sistema de Stock en el caso que haya ambigüedad

Fórmula	Nombre
$FeClO_3)_2$	Clorato de Hierro (II)
$MgSO_4$	Sulfato de Magnesio
$Au_2(SO_2)_3$	Hiposulfito de Oro (III)
$NaNO_2$	Nitrito de Sodio
$KMnO_4$	Permanganato de Potasio
$K_2Cr_2O_7$	Dicromato de Potasio

Cuadro 1.15: Oxisales nombradas por la Nomenclatura Tradicional

- **Nomenclatura Sistemática** Se nombra en primer lugar el anión de oxoácido (no se indica la carga) y, tras la palabra “de”, se nombra el catión. La proporción de ambos constituyentes se indica mediante los prefijos multiplicativos.
Cuando el nombre de un constituyente comienza por un prefijo multiplicativo o para evitar ambigüedades, se usan los prefijos de cantidad alternativos (bis, tris, tetrakis, pentakis, etc...), colocando el nombre correspondiente entre paréntesis (esto es lo habitual con el oxoanión)

Fórmula	Nombre
$FeClO_3)_2$	Bis(trioxidoclorato) de Hierro
$MgSO_4$	Tetraoxidosulfato de Magnesio
$Au_2(SO_2)_3$	Bis(dioxidosulfato) de dioro
$NaNO_2$	dioxidonitrato de Sodio
$KMnO_4$	Tetraoxidomanganato de Potasio
$K_2Cr_2O_7$	Heptaoxidodicromato de dipotasio

Cuadro 1.16: Oxisales nombradas por la Nomenclatura Sistemática

- **Nomenclatura de Adición** Se nombra el anión de acuerdo a la nomenclatura de adición y, tras la palabra “de”, el catión, utilizando el número de carga correspondiente.

Fórmula	Nombre
$FeClO_3)_2$	Trioxidoclorato (1-) de Hierro (2+)
$MgSO_4$	Tetraoxidosulfato (2-) de Magnesio (2+)
$Au_2(SO_2)_3$	Dioxidosulfato (2-) de Oro (3+)
$NaNO_2$	Dioxidonitrato (1-) de Sodio (1+)
$KMnO_4$	Tetraoxidomanganato (1-)de Potasio (1+)
$K_2Cr_2O_7$	Heptaoxidodicromato (2-) de Potasio (1+)

Cuadro 1.17: Oxisales nombradas por la Nomenclatura de Adición

1.9 Sustancias Cuaternarias: Oxisales Ácidas

Como se ha comentado, algunos oxoácidos están compuestos por varios hidrógenos; si éstos pierden algunos de estos pero no todos, se forman aniones que contienen hidrógeno. Estos aniones

cuando se combinan con cationes dan especies neutras llamadas sales (oxisales) ácidas.

- **Nomenclatura Tradicional** Se nombra el oxoanión ácido y, tras la palabra “de”, se indica el nombre del catión al que se le incorpora su valencia mediante el sistema de Stock en el caso que haya ambigüedad.

Fórmula	Nombre
$Cu(HSO_4)_2$	Hidrogenosulfato de Cobre (II)
$CaHPO_4$	Hidrogenofosfato de Calcio
$Fe(H_2PO_3)_3$	Dihidrogenofosfito de Hierro (III)
$FeHBO_3$	Hidrogenoborato de Hierro (II)

Cuadro 1.18: Oxisales Ácidas nombradas por la Nomenclatura Tradicional

- **Nomenclatura de Hidrógeno** Se nombra en primer lugar el anión de oxoácido (no se indica la carga) y, tras la palabra “de”, se nombra el catión. La proporción de ambos constituyentes se indica mediante los prefijos multiplicativos. Cuando el nombre de un constituyente comienza por un prefijo multiplicativo o para evitar ambigüedades, se usan los prefijos de cantidad alternativos (bis, tris, tetrakis, pentakis, etc...), esto es lo habitual con el anión derivado del oxoácido. Además, como el nombre del anión lleva ya paréntesis, el nombre se coloca entre corchetes al utilizar los prefijos alternativos de cantidad.

Fórmula	Nombre
$Cu(HSO_4)_2$	Bis[hidrógeno(tetraoxidosulfato)] de Cobre
$CaHPO_4$	Hidrogeno(tetraoxidofosfato) de Calcio
$Fe(H_2PO_3)_3$	Tris[dihidrogeno(trioxidofosfato)] de Hierro
$FeHBO_3$	Hidrogeno(trioxidoborato) de Hierro

Cuadro 1.19: Oxisales Ácidas nombradas por la Nomenclatura de Hidrógeno

- **Nomenclatura de Adición** Se nombra el anión de acuerdo a la nomenclatura de adición y, tras la palabra “de”, el catión, utilizando el número de carga correspondiente.

Fórmula	Nombre
$Cu(HSO_4)_2$	Hidroxidotrioxidosulfato (1-) de Cobre (2+)
$CaHPO_4$	Hidrotrioxidofosfato (1-) de Calcio (2+)
$Fe(H_2PO_3)_3$	Dihidroxidooxidofosfato (1-) de Hierro (3+)
$FeHBO_3$	Hidroxidodioxidoborato (2-) de Hierro (2+)

Cuadro 1.20: Oxisales Ácidas nombradas por la Nomenclatura de Adición

1.10 Problemas

Problema 1.1 Nombra por todas las nomenclaturas posibles los siguientes compuestos:

CuO , Cu_2O , FeO , Fe_2O_3 , CaO , CO_2 , I_2O_5 , SO_2 , Cl_2O_7 , SO_3 , Na_2O_2 , H_2O_2 , Cu_2O_2 , Li_2O_2 , CuO_2

Problema 1.2 Formula los siguientes compuestos:

Óxido de mercurio (II), *Óxido de litio*, *Monóxido de manganeso*, *Óxido de bario*, *Trióxido de dicloro*, *Óxido de bromo (III)*, *Peróxido de potasio*, *Peróxido de bario*, *Peróxido de cesio*

Problema 1.3 Nombra los siguientes compuestos por todas las nomenclaturas posibles:

KH , NiH_2 , NaH , FeH_2 , BeH , H_2Se , HI , NH_3 , SiH_4 , HCl , H_2S , PdH_4 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$, NaOH , $\text{Ni}(\text{OH})_3$, $\text{Hg}(\text{OH})_2$, CoCl_3 , Al_2Se_3 , CaF_2 , HBr , GaI_3

Problema 1.4 Formula los siguientes compuestos:

Hidruro de Rubidio, *Hidruro de Escandio*, *Hidróxido de Hierro (II)*, *Hidróxido de Cobalto (III)*, *Ácido Sulfhídrico*, *Ácido Yodhídrico*, *Hidróxido de Potasio*, *Carburo de Paladio (II)*, *Nitruro de Cobre (II)*, *Sulfuro de Cadmio*, *Cloruro de Plata*, *Silicuro de Magnesio*

Problema 1.5 Nombra por todas las nomenclaturas posibles los siguientes compuestos:

NaH , SiH_4 , SbH_3 , PH_3 , H_2Se , NiCl_3 , LiOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, HClO , CCl_4 , Li_2O , KCl , CaSO_4 , CaCO_3 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, Na_2O , HCl , H_2SO_3 , HNO_3 , N_2O_5 , SO_3 , CaO , N_2O_3 , H_3PO_4 , Na_3PO_4 , AgNO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, SO_2 , CO , CO_2 , NaNO_3 , GaH_3 , NaCN , $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$

Problema 1.6 Formula los siguientes compuestos químicos:

Ácido crómico, *Ácido Hiposelenioso*, *Ácido Brómico*, *Trihidrógeno(tetraoxidofosfato)*, *Dihidrógeno(trioxidotelurato)*, *Hidroxidooxidonitrógeno*, *Hidroxidooxidoiodo*, *bis(trioxidonitrato) de estroncio*, *dioxidosulfato de disodio*, *Tetraoxidofosfato(3-) de calcio (2+)*, *trioxidonitrato(1-) de Oro(3+)*, *sulfato de calcio*, *sulfato de cobre (II)*, *ácido fosfórico*, *hipoclorito de sodio*, *nitrito de hierro (III)*, *Ácido disulfúrico*, *Tiosulfato de Sodio*, *Bicarbonato de Sodio*, *Dihidrogenofosfato de Niquel (III)*, *Tris[hidrógeno(tetraoxidofosfato)] de dialuminio*

Problema 1.7 Nombra las siguientes especies por todas las nomenclaturas posibles:

SO_2^{2-} , ClO_4^- , HCO_3^- , BO_3^- , PO_3^- , Hg_2^{2+} , CN^- , O_2^{2-} , Ca^{2+} , HTeO_4^- , MnO_4^- , NO_2^-

Problema 1.8 Formula las siguientes especies: *Dioxocarbonato(2-)*, *Ion Hipobromito*, *Ion Telurito*, *Dihidrógeno(trioxidofosfato) (2-)*, *Ion Dicromato*, *Ion Perclorato*, *Tetraoxidomanganato (1-)*, *Hidroxidodioxidoseleniato(1-)*, *Ion Cobre (II)*, *Ion dimercurio(2+)*, *Hidrogeno(dioxidocarbonato) (1-)*



2. Formulación en Química Orgánica

2.1 Introducción

La Química Orgánica constituye una de las principales ramas de la Química, debido al gran número de compuestos que estudia, los cuales tienen como elemento básico de su constitución molecular el átomo de carbono: de aquí que se la llama con frecuencia Química del Carbono.

El número de compuestos en los que entra a formar parte el átomo de carbono es casi innumerable, y cada año se descubren varios miles más. Pensemos en la gran cantidad que existe de proteínas, hormonas, vitaminas, plásticos, antibióticos, perfumes, detergentes, etc., y nos daremos cuenta de que el átomo de carbono es un átomo singular: que puede formar cadenas y combinarse fácilmente con un número reducido de átomos, como son el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, los halógenos y unos pocos más.-

Algunos de los productos orgánicos que hoy manejamos se conocían en la antigüedad; los fenicios y egipcios extraían colorantes de plantas y moluscos (púrpura) y ciertas sustancias medicinales. También conocían la conversión de la grasa animal en jabón y obtenían alcohol por fermentación de azúcares.

Hasta que en 1828, el químico alemán *Friedrich Wohler*, logró sintetizar la urea a partir de materiales inorgánicos, se creía que los compuestos orgánicos solo podían producirse por la acción de una "fuerza vital" que únicamente poseían los seres vivos. A partir de entonces se han sintetizado cientos de miles de compuestos orgánicos. Kekulé, Le Bel, Van't Hoff y otros, entre 1850 y 1872, han desarrollado el concepto de enlace químico logrando representar las estructuras tridimensionales de las moléculas. En la actualidad se conocen varios millones de compuestos orgánicos diferentes y el ritmo de crecimiento es de más de cincuenta mil nuevos compuestos por año.

2.2 Estudio del Átomo de Carbono

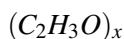
La configuración electrónica del átomo de carbono es $1s^2 2s^2 2p^2$. Tiene por tanto 4 electrones en su capa de valencia, por lo que según la regla del octeto tiende a querer rodearse de 4 electrones mas para adquirir configuración de gas noble. La consecuencia de esta configuración es que el átomo de carbono tiende a formar 4 enlaces covalentes muy estables. En la naturaleza se comprueba que se pueden formar largas repeticiones de átomos de carbono unidos entre si por enlaces covalentes dando lugar a grandes cadenas, que suelen estar completadas mayoritariamente por átomos de Hidrógeno y, en menor medida, por otros átomos tales como oxígeno, nitrógeno, azufre, halógenos o metales. También tiene la característica de poder unirse de tres maneras distintas con otro átomo de carbono:

- **Enlace Simple** Se comparten tan solo un par de electrones.
- **Enlace Doble** Se comparten dos pares de electrones.
- **Enlace Triple** Se comparten tres pares de electrones.

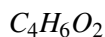
2.3 Representación de los Compuestos Orgánicos

Debido a la especial característica que tienen los compuestos orgánicos a la hora de formar largas cadenas, se hace indispensable el conocer ya no solo la proporción de elementos dentro del compuesto (C, H, O, N...etc) sino también la estructura que presenta. Para ello existen varias maneras de representar los compuestos organicos:

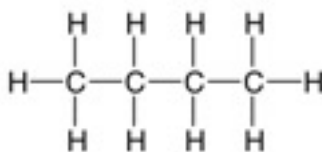
- **Fórmula Empírica** Representa la proporción relativa de los elementos presentes dentro de un compuesto orgánico.



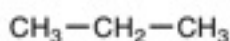
- **Fórmula Molecular** Representa el número exacto de átomos presentes dentro de un compuesto orgánico. No nos da información acerca de su estructura espacial.



- **Fórmula Desarrollada** Se representan básicamente todos los enlaces del esqueleto carbonado:



- **Fórmula Desarrollada** Se representan básicamente los enlaces del esqueleto carbonado y otros importantes, dejando sin desarrollar los de elementos menores (Hidrógenos). Es, con diferencia, la más utilizada en Química Orgánica: Existen también otros tipos de fórmulas



que son derivadas de ésta última y que aumentan la esquematicidad de las mismas. Son las llamadas Fórmulas de Línea-Ángulo, donde se representan los enlaces por líneas y los carbonos por ángulos. También es frecuente esquematizar los sustituyentes mediante letras:

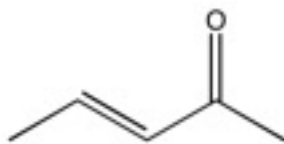


Figura 2.1: Representación de la 3-penten-2-ona según la forma línea-ángulo

2.4 Número de Carbonos

La parte más esencial de la nomenclatura orgánica, y que es común a todas las familias de compuestos, es el indicar el número de carbonos presentes en la molécula. Tal es así que, de forma general, se utilizarán una serie de prefijos en griego para denotar el número de carbonos en la molécula:

Nº de Carbonos	Prefijos	Nº de Carbonos	Prefijos
Met-	1	Hex-	6
Et-	2	Hept-	7
Prop-	3	Oct-	8
But-	4	Non-	9
Pent-	5	Dec-	10

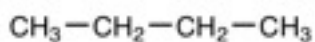
Cuadro 2.1: Prefijos que indican Número de Carbonos

2.5 Hidrocarburos

Los hidrocarburos son los compuestos orgánicos más sencillos que existen en la naturaleza. Están formados exclusivamente por Carbono e Hidrógeno, pudiendo estar unidos entre si mediante enlaces simples, dobles o triples.

2.5.1 Hidrocarburos Saturados: Alcanos o Parafinas

Son hidrocarburos simples formados por un esqueleto carbonado unido por enlaces simples. También se conocen como Hidrocarburos Saturados. Tienen como fórmula general C_nH_{2n+2} . El nombre de los mismos se construye añadiendo a los prefijos que indican el número de Carbonos la terminación *-ano*.



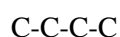
(a) Butano



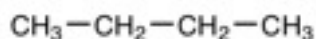
(b) Hexano

Para formular los alcanos (y cualquier compuesto orgánico por extensión) se siguen los siguientes pasos:

- Se dibuja el esqueleto carbonado dibujando los enlaces C-C con el número de carbonos que indica el nombre de la molécula:

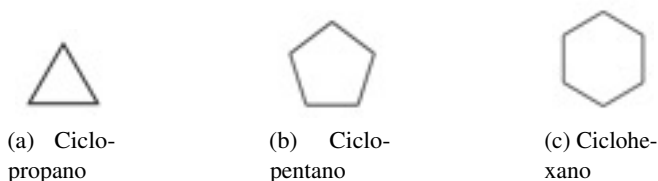


- Se completan con hidrógenos los carbonos de forma que llenemos sus cuatro valencias (es decir, nos aseguramos que cada carbono tenga 4 sustituyentes, ya sean hidrógenos, carbonos u otros elementos)



2.6 Cicloalcanos

Son Hidrocarburos cuya cadena se encuentra cerrada sobre si misma, formando estructuras geométricas sencillas (triángulos, cuadrados, pentágonos, hexágonos. . .) Aunque se pueden utilizar para representarlos la Fórmula Semidesarrollada, es mas usual hacerlo utilizando la Fórmula de Línea-Ángulo. Se nombran de igual manera que los alcanos de cadena abierta pero anteponiendo el prefijo *Ciclo-*.

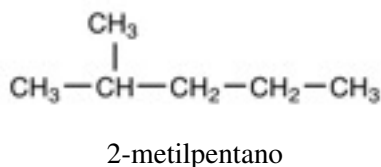


2.7 Alcanos Ramificados

Son Alcanos Ramificados aquellos que poseen cadenas secundarias unidas a una cadena que consideramos primaria o principal. La cadena principal se nombra de igual modo que los alcanos y las cadenas secundarias utilizando el prefijo que indica el número de carbonos y la terminación -il. Las ramificaciones solo pueden estar en los carbonos mediales de la molécula, nunca terminales. Hay que recordar que las Fórmulas Orgánicas son representaciones bidimensionales de los compuestos, por lo que las fórmulas orgánicas tal y como las entendemos son una representación estática de un sistema dinámico y complejo, por lo que:

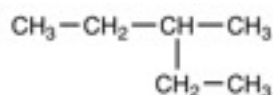


Cuando la ramificación pueda estar soportada en mas de un carbono distinto en la cadena principal, se nombra su posición usando números localizadores. Como norma general, entre número y letra se colocará un guión y entre número y número se colocarán comas.



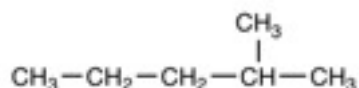
Los alcanos ramificados presentan tal complejidad a la hora de nombrarlos que es preciso seguir una serie de normas o reglas establecidas por la IUPAC para la correcta confección de su nombre y su fórmula. Tales reglas son las siguientes:

1. Se toma como cadena principal de la molécula la de mayor número de carbonos. Si hubiese dos cadenas con igual número de carbonos, entonces se tomará como principal la que contenga mayor número de ramificaciones o cadenas secundarias.



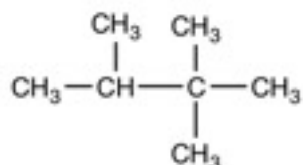
3-metilpentano (en lugar de 2-etilbutano)

2. e numera la cadena principal de un extremo a otro de forma que los números localizadores de las cadenas secundarias sean los mas bajos posible



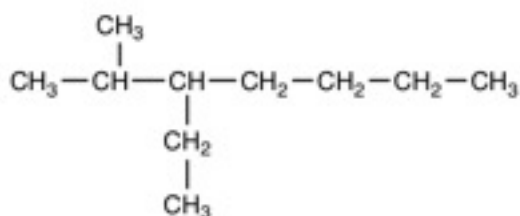
2-metilpentano (en lugar de 4-metilbutano)

3. Si hubiese más de una cadena secundaria con el mismo número de átomos de carbono, se antepondrán al nombre los prefijos de cantidad di-, tri-, tetra-,...



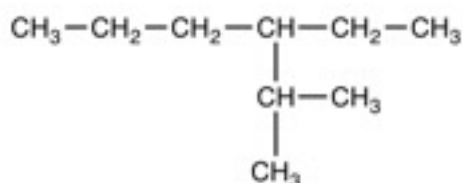
2,2,3-trimetilbutano

4. En caso de que hubiese distintas ramificaciones con distinto número de átomos de carbono, estas se ordenarán siguiendo riguroso orden alfabético. Para ello no se tendrán en cuenta los prefijos multiplicadores si los hubiera.



2-metil-3-etilheptano

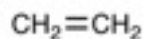
5. Si en la molécula hubiera una ramificación que tuviera a su vez otra ramificación, estas se nombrarán entre paréntesis sabiendo que se tomará como carbono uno el más próximo a la cadena principal.



3-(1-metiletil)hexano

2.7.1 Hidrocarburos Insaturados (I): Alquenos u Olefinas

Los Alquenos son hidrocarburos en donde al menos dos de sus carbonos están unidos entre si mediante un enlace doble. Se nombran utilizando los prefijos que indican el número de carbonos en la cadena principal seguido de la terminación *-eno*



Eteno (también llamado comúnmente *Etileno*)

- Para cadenas mayores de tres átomos de carbono, es imprescindible localizar la posición del doble enlace en la cadena principal:



1-buteno

- Si en la cadena principal existiese mas de un doble enlace (polieno), estos se nombrarán anteponiendo los prefijos de cantidad a la terminación *-eno*:



1,3-butadieno

2.7.2 Hidrocarburos Insaturados (II): Alquinos o Acetilenos

Los Alquinos son hidrocarburos en donde al menos dos de sus carbonos están unidos entre si mediante un enlace triple. Se nombran utilizando los prefijos que indican el número de carbonos en la cadena principal seguido de la terminación *-ino*.



Etino (también llamado comúnmente *Acetileno*)

- Para cadenas mayores de tres átomos de carbono, es imprescindible localizar la posición del triple enlace en la cadena principal:



1-pentino

- Si en la cadena principal existiese mas de un triple enlace, estos se nombrarán anteponiendo los prefijos de cantidad a la terminación *-ino*:



1,4-pentadiino

2.7.3 Hidrocarburos Insaturados Ramificados

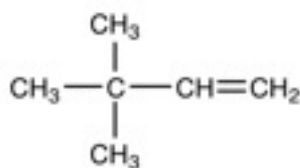
La introducción tanto de ramificaciones como de insaturaciones en los hidrocarburos hace que el número de compuestos orgánicos formados solamente por Carbono e Hidrógeno crezca de manera exponencial. Es necesario, por tanto, introducir nuevas reglas que se añadan o incluso modifiquen las existentes:

6. La cadena principal será aquella que contenga mayor número de insaturaciones (dobles y triples enlaces). En el caso de que existan dos posibilidades que tengan igual número de insaturaciones, se cogerá la mas larga. Y a igualdad de átomos de carbono, se escogerá la que contenga más número de dobles enlaces.
7. Se numera la cadena principal de un extremo a otro de forma que los números localizadores de las insaturaciones sean lo mas bajos posibles. Si hay coincidencia, se comenzará por el extremo que le asigne números localizadores mas bajos a los dobles enlaces. A la hora de nombrarlos, los triples enlaces se nombran en último lugar.



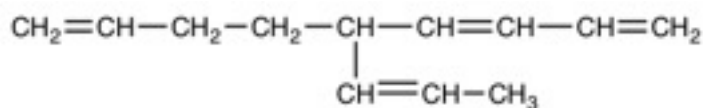
3-octen-1,7-diino

8. Las ramificaciones no tienen prioridad con respecto a las insaturaciones, por lo que se nombran al principio y de acuerdo a las Reglas 3 y 4.



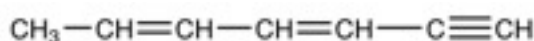
3,3-dimetil-1-buteno

9. Las insaturaciones que recaigan sobre cadenas secundarias se nombrarán igualmente entre paréntesis y teniendo en cuenta que el carbono uno será el más próximo a la cadena principal.



5-(1-propenil)-1,3,8-octatrieno

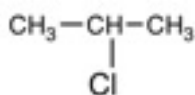
Cuando tengamos dobles y triples enlaces en la misma molécula, generalmente el prefijo que indica el número de carbonos recae sobre el sufijo del doble enlace:



3,5-heptadien-1-ino

2.7.4 Hidrocarburos Halogenados

Los Hidrocarburos halogenados, también llamados Haloalcanos o Haluros de Alquilo provienen de sustituir los hidrógenos de un Hidrocarburo (ya sea saturado o insaturado) por halógenos. Dichos halógenos han de ser localizados mediante sus correspondientes números localizadores, siempre que sea necesario.



2-Cloropropano

2.8 Hidrocarburos Aromáticos

Se define un Hidrocarburo Aromático o Areno como un hidrocarburo insaturado cíclico, que posee dobles enlaces conjugados y que presentan una estabilidad superior a los de los alquenos cíclicos corrientes. Los Hidrocarburos Aromáticos y sus derivados están presentes en innumerables compuestos en la naturaleza y forman parte de compuestos de interés biológico como ciertas hormonas.

El mayor exponente de los Hidrocarburos Aromáticos es el Benceno, por lo que nos centraremos en su estudio.

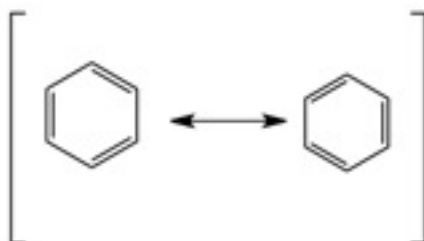
2.8.1 Introducción Histórica al descubrimiento y estructura del Benceno

El benceno fue sintetizado por primera vez por el científico inglés *Michael Faraday* (1791-1867) en 1825 a partir del acetileno. Posteriormente *Eilhard Mitsterlich* (1794-1863) logró determinar su peso y su fórmula molecular que resultó ser C_6H_6 . El compuesto se obtenía inicialmente de la Goma Benjuí, por lo que se le denominó bencina y, posteriormente, benceno.

Desde el primer momento se comprobó que el benceno no seguía los patrones de reactividad comunes a todos los hidrocarburos insaturados y, además, presentaba una estabilidad muy significativa. A partir de aquí se desarrolló una carrera por determinar su estructura y así poder explicar sus peculiaridades que finalizó cuando el científico alemán *August Von Kekulé* (1829-1896) determinó la estructura real del benceno.

2.8.2 Estructura del Benceno

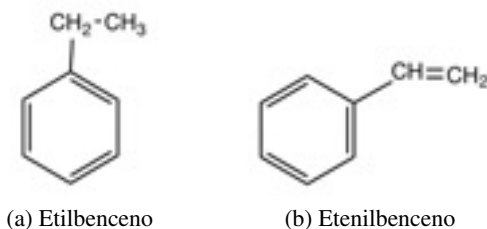
El nombre sistemático del benceno es *1,3,5-Ciclohexatrieno*. Consiste en un anillo plano de seis carbonos con dobles enlaces alternos. Como los enlaces pueden estar en posiciones alternas, resulta que el benceno presenta dos *estructuras resonantes*: Estas estructuras resonantes conllevan



a que el benceno tenga sus dobles enlaces deslocalizados en todo el anillo, lo que conlleva una gran estabilidad del mismo.

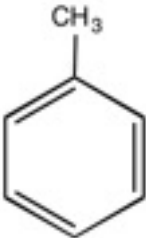
2.8.3 Nomenclatura de Derivados Bencénicos Monosusutituidos

Los derivados bencénicos monosustituidos se nombran sin utilizar números localizadores, ya que el benceno es simétrico y, por tanto, todos los carbonos son iguales e indistinguibles.



2.8.4 Derivados Bencénicos Monosustituidos con Nombre Propio

Existen derivados bencénicos que tradicionalmente se han venido a denominar con su nombre clásico. Los mas comunes son:

Fórmula	Nombre	Fórmula	Nombre
			
	Tolueno	fenol	Fenol

2.9 Citation

This statement requires citation [**book_key**]; this one is more specific [**article_key**].

2.10 Lists

Lists are useful to present information in a concise and/or ordered way¹.

2.10.1 Numbered List

1. The first item
2. The second item
3. The third item

2.10.2 Bullet Points

- The first item
- The second item
- The third item

2.10.3 Descriptions and Definitions

Name	Description
Word	Definition
Comment	Elaboration

¹Footnote example...

3. In-text Elements

3.1 Theorems

This is an example of theorems.

3.1.1 Several equations

This is a theorem consisting of several equations.

Theorem 3.1.1 — Name of the theorem. In $E = \mathbb{R}^n$ all norms are equivalent. It has the properties:

$$||\mathbf{x}|| - ||\mathbf{y}|| \leq ||\mathbf{x} - \mathbf{y}|| \quad (3.1)$$

$$||\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i|| \leq \sum_{i=1}^n ||\mathbf{x}_i|| \quad \text{where } n \text{ is a finite integer} \quad (3.2)$$

3.1.2 Single Line

This is a theorem consisting of just one line.

Theorem 3.1.2 A set $\mathcal{D}(G)$ is dense in $L^2(G)$, $|\cdot|_0$.

3.2 Definitions

This is an example of a definition. A definition could be mathematical or it could define a concept.

Definition 3.2.1 — Definition name. Given a vector space E , a norm on E is an application,

denoted $\|\cdot\|$, E in $\mathbb{R}^+ = [0, +\infty[$ such that:

$$\|\mathbf{x}\| = 0 \Rightarrow \mathbf{x} = \mathbf{0} \quad (3.3)$$

$$\|\lambda \mathbf{x}\| = |\lambda| \cdot \|\mathbf{x}\| \quad (3.4)$$

$$\|\mathbf{x} + \mathbf{y}\| \leq \|\mathbf{x}\| + \|\mathbf{y}\| \quad (3.5)$$

3.3 Notations

Notation 3.1. Given an open subset G of \mathbb{R}^n , the set of functions φ are:

1. Bounded support G ;
2. Infinitely differentiable;

a vector space is denoted by $\mathcal{D}(G)$.

3.4 Remarks

This is an example of a remark.

R The concepts presented here are now in conventional employment in mathematics. Vector spaces are taken over the field $\mathbb{K} = \mathbb{R}$, however, established properties are easily extended to $\mathbb{K} = \mathbb{C}$.

3.5 Corollaries

This is an example of a corollary.

Corollary 3.5.1 — Corollary name. The concepts presented here are now in conventional employment in mathematics. Vector spaces are taken over the field $\mathbb{K} = \mathbb{R}$, however, established properties are easily extended to $\mathbb{K} = \mathbb{C}$.

3.6 Propositions

This is an example of propositions.

3.6.1 Several equations

Proposition 3.6.1 — Proposition name. It has the properties:

$$\left| \|\mathbf{x}\| - \|\mathbf{y}\| \right| \leq \|\mathbf{x} - \mathbf{y}\| \quad (3.6)$$

$$\left\| \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \right\| \leq \sum_{i=1}^n \|\mathbf{x}_i\| \quad \text{where } n \text{ is a finite integer} \quad (3.7)$$

3.6.2 Single Line

Proposition 3.6.2 Let $f, g \in L^2(G)$; if $\forall \varphi \in \mathcal{D}(G)$, $(f, \varphi)_0 = (g, \varphi)_0$ then $f = g$.

3.7 Examples

This is an example of examples.

3.7.1 Equation and Text

■ **Example 3.1** Let $G = \{x \in \mathbb{R}^2 : |x| < 3\}$ and denoted by: $x^0 = (1, 1)$; consider the function:

$$f(x) = \begin{cases} e^{|x|} & \text{si } |x - x^0| \leq 1/2 \\ 0 & \text{si } |x - x^0| > 1/2 \end{cases} \quad (3.8)$$

The function f has bounded support, we can take $A = \{x \in \mathbb{R}^2 : |x - x^0| \leq 1/2 + \varepsilon\}$ for all $\varepsilon \in]0; 5/2 - \sqrt{2}[$. ■

3.7.2 Paragraph of Text

■ **Example 3.2 — Example name.** Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris. ■

3.8 Exercises

This is an example of an exercise.

Exercise 3.1 This is a good place to ask a question to test learning progress or further cement ideas into students' minds. ■

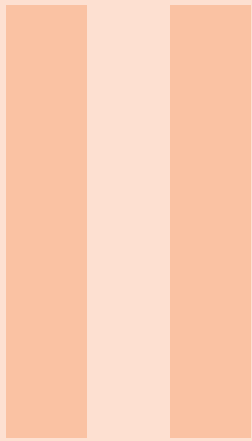
3.9 Problems

Problem 3.1 What is the average airspeed velocity of an unladen swallow?

3.10 Vocabulary

Define a word to improve a students' vocabulary.

Vocabulary 3.1 — Word. Definition of word.



Part Two

4	Presenting Information	39
4.1	Table	
4.2	Figure	
	Index	41

4. Presenting Information

4.1 Table

Treatments	Response 1	Response 2
Treatment 1	0.0003262	0.562
Treatment 2	0.0015681	0.910
Treatment 3	0.0009271	0.296

Cuadro 4.1: Table caption

4.2 Figure



Figura 4.1: Figure caption

Índice alfabético

Citation, 13
Corollaries, 16
Definitions, 15
Examples, 16
 Equation and Text, 17
 Paragraph of Text, 17
Exercises, 17
Figure, 21
Lists, 13
 Bullet Points, 14
 Descriptions and Definitions, 14
 Numbered List, 13
Notations, 16
Paragraphs of Text, 7
Problems, 17
Propositions, 16
 Several Equations, 16
 Single Line, 16
Remarks, 16
Table, 21
Theorems, 15
 Several Equations, 15
 Single Line, 15
Vocabulary, 17