

COMPUESTOS ORGÁNICOS: FORMULACIÓN, ESTRUCTURA, PROPIEDADES, ...

Un libro que pretende ser útil a todos aquellos estudiantes que deseen iniciarse en el tema de la formulación orgánica y comprender, al mismo tiempo, la estructura de los compuestos orgánicos y el porqué de sus propiedades químicas y físicas.

El autor, experto conocedor de la didáctica tras más de quince años de docencia en institutos de enseñanza secundaria, aplica unos criterios metodológicos que consiguen crear un libro de tipo autodidacta a base de explicaciones muy claras, precisas y detalladas.

Su contenido hace que sea una valiosa obra de consulta para estudiantes de bachillerato y primeros cursos universitarios. También puede ser utilizado por el profesorado como una herramienta de ayuda para el desarrollo de la actividad educativa en el aula, ya que aparecen perfectamente secuenciadas las reglas de nomenclatura, así como una amplia colección de ejercicios con sus correspondientes soluciones.

El libro se encuentra estructurado en dos niveles que se presentan de forma progresiva en cuanto a dificultad, de tal manera que el lector puede prescindir de los contenidos del segundo nivel sin que pierda continuidad ni sentido lo que está estudiando.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA DEL CARBONO 13

¿Qué es la química del carbono?, la importancia de la química del carbono, el carbono: un átomo muy especial (ampliación), la tetravalencia del carbono, tipos de enlaces covalentes (ampliación), representación de las moléculas orgánicas, grupos funcionales y funciones químicas, hidrocarburos, isomería.

ALCANOS 26

Estructura y propiedades, radicales monovalentes, nomenclatura de alcanos, nomenclatura de radicales alquilo, ejemplos resueltos y comentados, nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.

ALQUENOS 44

Estructura y propiedades, radicales monovalentes, nomenclatura de alquenos, nomenclatura de radicales alqueno, ejemplos resueltos y comentados, nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.

ALQUINOS 57

Estructura y propiedades, radicales monovalentes, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, nombres vulgares, curiosidades, ejercicios, soluciones ejercicios.

HIDROCARBUROS CON DOBLES Y TRIPLES ENLACES 64

Estructura, radicales monovalentes, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, radicales polivalentes (ampliación), ejercicios, soluciones de los ejercicios.

HIDROCARBUROS ALICÍCLICOS 72

Estructura y propiedades, radicales monovalentes, reglas nomenclatura, nomenclatura radicales monovalentes, ejemplos resueltos y comentados, isomería cis-trans (ampliación), anillos de cicloalcanos unidos por enlace covalente sencillo (ampliación), radicales divalentes (ampliación), curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS 85

Estructura y propiedades, radicales monovalentes, nomenclatura de hidrocarburos aromáticos, nomenclatura de radicales arilo, ejemplos resueltos y comentados, anillos bencénicos condensados (ampliación), anillos bencénicos conjugados (ampliación), nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.

DERIVADOS HALOGENADOS 98

Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.

ALCOHOLES 105

Estructura y propiedades, radicales monovalentes, reglas de nomenclatura, radicales alcoxi, sales, ejemplos resueltos y comentados, nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.

FENOLES	116
Estructura y propiedades, radicales monovalentes, reglas de nomenclatura, radicales ariloxi, sales, ejemplos resueltos y comentados, nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.	
ÉTERES	124
Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, éteres con más de un grupo oxi (ampliación), compuestos en los que la función éter no es la principal (ampliación), epóxidos (ampliación), nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.	
AMINAS	132
Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, sales de amonio, ejemplos resueltos y comentados, compuestos con varias funciones amina (ampliación), compuestos en los que la función amina no es la principal (ampliación), nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.	
ALDEHIDOS	146
Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, compuestos con más de dos grupos formilo actuando como grupo principal (ampliación), compuestos en los que la función aldehído no es la principal (ampliación), compuestos con grupos formilo en cadenas laterales (ampliación), nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.	
CETONAS	156
Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, la función cetona no es la principal (ampliación), compuestos con grupos carbonilo en cadenas laterales (ampliación), grupos carbonilo como radicales acilo (ampliación), nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.	
ÁCIDOS CARBOXÍLICOS	167
Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, sales, radicales acilo, ejemplos resueltos y comentados, compuestos con más de dos grupos carboxilo (ampliación), compuestos en los que el grupo carboxilo no es el principal (ampliación), compuestos con grupos carboxilo en cadenas laterales (ampliación), nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.	
HALUROS DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS	183
Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, el haluro de ácido no es la función principal (ampliación), ejercicios, soluciones ejercicios.	
ÉSTERES	188
Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, cuando la función éster no es la principal (ampliación), nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones ejercicios.	
AMIDAS	197

Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, compuestos con más de dos grupos amido (ampliación), la función amida no es la principal (ampliación), nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones ejercicios.

ANHÍDRIDOS DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS 210

Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, ejercicios, soluciones de los ejercicios.

NITRILOS O CIANUROS 215

Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, compuestos con más de dos grupos ciano (ampliación), la función nitrilo no es la principal (ampliación), nombres vulgares frecuentes, curiosidades, ejercicios, soluciones ejercicios.

NITROCOMPUESTOS 223

Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, curiosidades, ejercicios, soluciones de los ejercicios.

AMINOÁCIDOS 229

Estructura y propiedades, reglas de nomenclatura, ejemplos resueltos y comentados, nombres vulgares frecuentes, curiosidades.

EJERCICIOS DE REVISIÓN 237

SOLUCIONES DE LOS EJERCICIOS DE REVISIÓN 239

EJERCICIOS DE REVISIÓN (AMPLIACIÓN) 241

SOLUCIONES DE LOS EJERCICIOS DE REVISIÓN (AMPLIACIÓN) ... 243

APÉNDICE I: ORDEN DE PREFERENCIA DE FUNCIONES 245

APÉNDICE II: REPRESENTACIONES DE FISCHER 246

APÉNDICE III: ESTEREOISÓMEROS 248

APÉNDICE IV: NOMENCLATURA DE ESTEREOISÓMEROS 253

APÉNDICE V: RECOMENDACIÓN IUPAC DE 1993 257

BIBLIOGRAFÍA 260

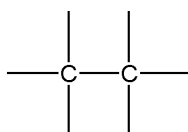
ALCANOS (PARAFINAS)

ESTRUCTURA

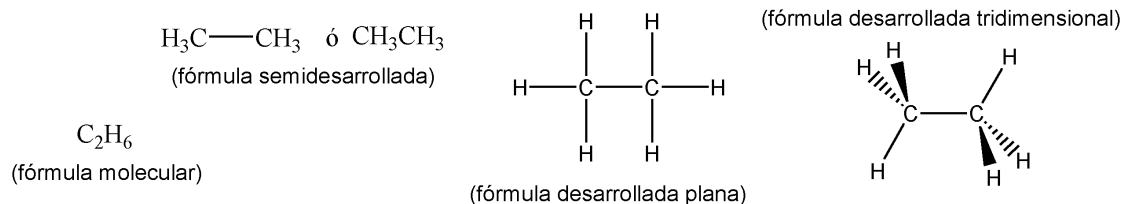
A los alcanos se les denomina también parafinas por su poca tendencia a reaccionar químicamente.

Son compuestos orgánicos que sólo tienen átomos de C e H y enlaces covalentes sencillos. Además, teniendo en cuenta la tetravalencia del carbono y que sólo pueden tener enlaces sencillos, se deduce que cada carbono tiene que unirse mediante cuatro enlaces covalentes sencillos a otros tantos átomos que sólo pueden ser carbonos y/o hidrógenos.

La fórmula general de un alcano es C_nH_{2n+2} donde n es un número natural ($n = 1, 2, 3, \dots$) que indica el número de átomos de C que posee el alcano, y su grupo funcional es (teniendo en cuenta la tetravalencia del carbono):

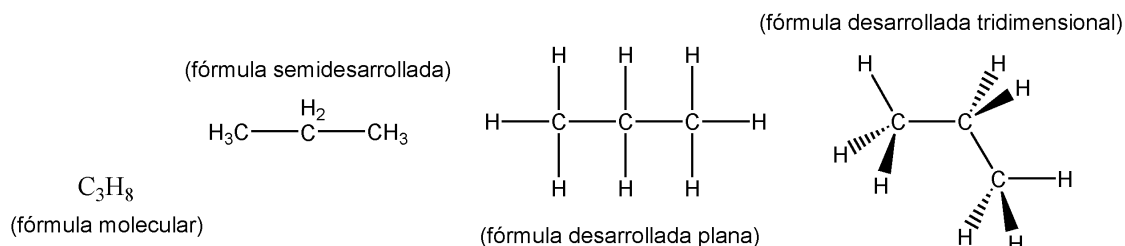


Por ejemplo, el alcano que tiene dos átomos de C tiene que tener necesariamente: $2n+2 = 2 \cdot 2 + 2 = 6$ átomos de H según la fórmula. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, su fórmula sería:



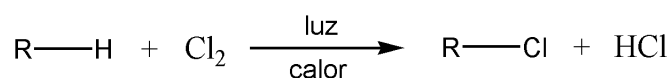
Nota: en la fórmula desarrollada tridimensional, los segmentos dibujados con línea fina y continua se encuentran situados en el plano del papel; los trazos gruesos se encuentran hacia delante del plano del papel, y los trazos discontinuos se dirigen hacia atrás.

El alcano que tiene 3 átomos de C tendrá 8 átomos de H:

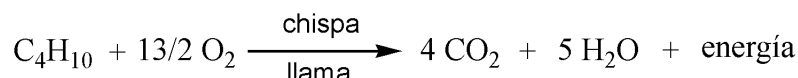


Nota: lo normal, en formulación, es utilizar sólo las fórmulas semidesarrollada o desarrollada plana, por lo que son las únicas que utilizaremos a partir de ahora. Las fórmulas desarrolladas tridimensionales y los modelos moleculares se utilizan cuando se

No obstante, pueden sufrir reacciones en condiciones energéticas. Por ejemplo, la halogenación de un alcano puede llevarse a cabo en presencia de luz o de calor, obteniéndose una mezcla de haluros de alquilo:



También dan las típicas reacciones de combustión, donde se necesita una aportación energética inicial en forma de chispa o llama:



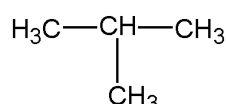
NOMENCLATURA DE ALCANOS

Vamos a aprender ahora a nombrar un alcano. Para ello seguiremos siempre los siguientes pasos.

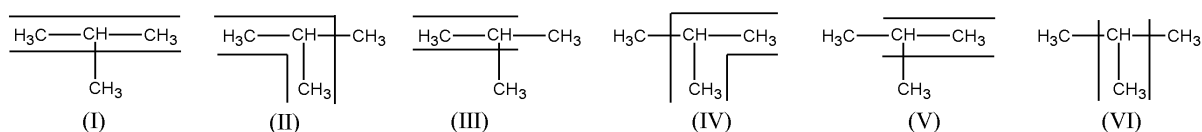
Nota: no se preocupe si no entiende completamente las reglas que vamos a dar. Cuando las apliquemos a un ejemplo concreto de formulación, será el momento de entenderlas.

- 1) **Se busca** en primer lugar **la cadena principal** que será siempre la cadena carbonada más larga de todas las posibles, **la que contenga mayor número de átomos de C**. Para buscar una cadena principal en un alcano: empezamos por uno cualquiera de sus carbonos y continuamos por algún carbono que se encuentre unido directamente al anterior, y así sucesivamente, teniendo en cuenta que no podemos volver a pasar por un carbono por el que ya hayamos pasado.

Por ejemplo, las posibles cadenas principales del alcano:



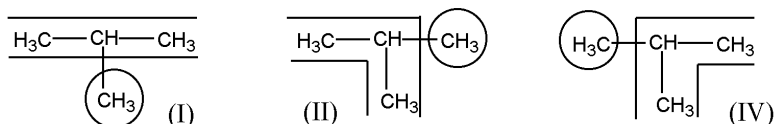
son las siguientes:



Donde las posibles cadenas principales están dentro de las dos líneas paralelas. Vemos que la cadena carbonada de más carbonos tiene 3 carbonos: (I), (II) y (IV); las otras tres potenciales cadenas principales sólo tienen dos carbonos. En este caso no es posible obtener cadenas principales de 4 ni de 5 carbonos porque hay que ir avanzando desde un carbono al siguiente directamente unido al anterior, sin poder volver a recorrer un carbono que ya hayamos recorrido. En principio, cualquiera de las cadenas de 3 carbonos puede ser la principal ya que tienen el mismo número de carbonos. Veamos qué ocurre cuando hay varias cadenas de la misma longitud en el siguiente apartado.

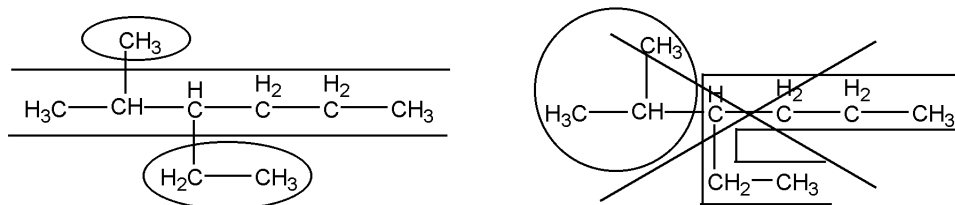
- a) **Si existen varias cadenas de igual longitud**, se escoge como principal aquella que posea mayor número de ramificaciones o cadenas laterales (grupos de cadenas carbonadas que no forman parte de la cadena principal pero que se encuentran unidas a ella).

En el caso anterior, las tres cadenas de 3 carbonos poseen una sola ramificación lateral, se trata de un $-\text{CH}_3$ y lo hemos introducido dentro de un círculo en el dibujo siguiente:

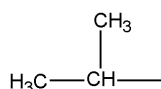


En este caso sería correcto coger cualquiera de las tres cadenas como cadena principal.

Veamos otro ejemplo:



La cadena principal de seis C de la izquierda posee dos ramificaciones laterales: $-\text{CH}_3$ y $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, mientras que la cadena principal (también de seis C) de la derecha posee sólo una ramificación lateral:

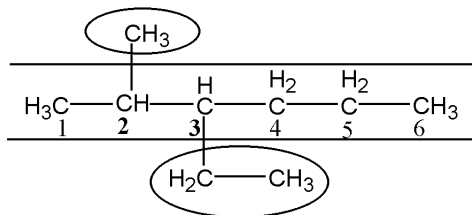


Por tanto, la cadena principal del compuesto será la de la izquierda ya que tiene más ramificaciones laterales.

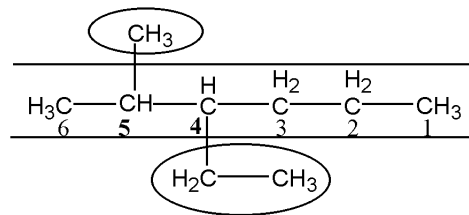
* **Si el número de cadenas laterales también es el mismo**, se escoge como cadena principal:

- b) La cadena que utilice localizadores más bajos para las cadenas laterales, al aplicarles a cada una de ellas el siguiente paso (numeración de la cadena principal).
- 2) **Se numera la cadena principal** de tal forma que se asignen los localizadores (números naturales) más bajos a los C de la cadena principal que llevan cadenas laterales (radicales unidos a la cadena principal), con independencia de la naturaleza de dichas cadenas. Para numerar una cadena principal (asignar números a los carbonos que forman parte de la cadena principal) hay que empezar por uno de los dos extremos de la cadena.

En el caso anterior, habría estas dos posibilidades de numeración:



Localizadores de las ramificaciones: 2 y 3

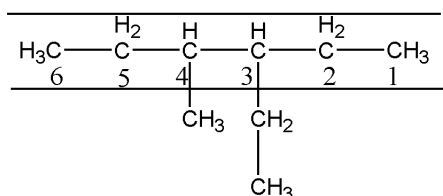


Localizadores de las ramificaciones: 4 y 5

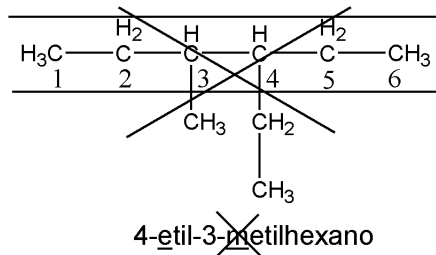
Nos quedamos con la primera numeración ya que asigna los localizadores más bajos a las ramificaciones. También se puede entender de esta otra forma: se cogen los localizadores asignados a los radicales mediante una de las numeraciones de la cadena principal y se forma una secuencia numérica al ordenarlos de menor a mayor; con los localizadores de la otra posible numeración, se hace lo mismo. La numeración correcta será la que proporcione un número menor de las dos secuencias numéricas obtenidas. En nuestro caso, las dos secuencias numéricas son 23 y 45; como el número 23 es inferior al 45, la numeración correcta es la de la izquierda.

- a) Cuando al numerar una cadena principal, se obtienen los **mismos localizadores para las cadenas laterales** sea cual sea el extremo por el que se comience, se sigue el criterio de asignar el localizador más bajo al primer radical (cadena lateral) que se cite por orden alfabético (al aplicar las reglas del punto 3-a sobre nombramiento de cadenas laterales a las dos posibilidades de numeración de la cadena principal).

Apliquemos la regla al siguiente alcano:



3-etil-4-metilhexano



~~4-etil-3-metilhexano~~

Como los radicales se nombran por orden alfabético, etil se nombrará antes que metil; de esta forma, debemos asignar a “etil”, de los dos localizadores (3 y 4), el más bajo: 3. La numeración que asigna el localizador nº 3 al etilo es la de la izquierda; por tanto, ésta es la correcta.

3) Se nombra el HC respetando el siguiente orden:

- a) En primer lugar **se nombran las cadenas laterales** (radicales alquilo) **por orden alfabético**, y cada una de ellas precedida de su localizador correspondiente del que se separa mediante un guión (*ver nomenclatura de radicales alquilo); localizador que se corresponde con el nº del carbono de la cadena principal al que se encuentra directamente unido el radical. Hay que tener en cuenta, además, las siguientes consideraciones:

- **Cuando haya dos cadenas laterales iguales** (por ejemplo: dos metilos) se ponen sus localizadores en orden creciente y separados por una coma (si los dos localizadores son iguales, también se ponen) y en vez de repetir dos veces el mismo nombre (por ejemplo: 2,2-metilmetil), se pone el prefijo “di-” delante del nombre de uno de los radicales (por ejemplo: 2,2-dimetil). Si hubiese tres cadenas laterales iguales se utilizaría “tri-”; con cuatro iguales, “tetra-”; etc.
 - **Los radicales con nombres complejos** (ramificados) deben ir entre paréntesis, y si hay varios de ellos iguales se deben usar los prefijos bis-, tris-, tetrakis-, pentakis-, etc. en lugar de los correspondientes di-, tri-, tetra-, penta-, etc. de los radicales sencillos.
 - **A la hora de asignar el orden alfabético a los radicales**, hay que saber que en los radicales sencillos (cadena lateral si ramificar) no se tienen en cuenta los prefijos di-, tri-, tetra-, etc., ni tampoco los que se escriben en cursiva: *sec-* y *terc-*. Sin embargo sí hay que tenerlos en cuenta cuando se trata de un radical con nombre complejo (ramificado); por ejemplo, en 1,1-dimetilbutil la primera letra a tener en cuenta es la “d”. Los prefijos bis-, tris-, tetrakis-, etc. no se tienen en cuenta en el orden alfabético. Los prefijos iso- y neo- hay que tenerlos en cuenta para asignar el orden alfabético tanto en los radicales sencillos como en los complejos.
 - **En el caso de que dos radicales complejos tengan las mismas letras y en el mismo orden**, se usará el criterio del orden numérico con los números que aparezcan en sus nombres. De esta forma, 1,3-dimetilpentil hay que nombrarlo antes que 1,4-dimetilpentil ya que 3 es menor que 4.
- b) **Se pone el prefijo indicativo del número de átomos de C de la cadena principal.** Los prefijos que se utilizan para indicar el nº de átomos de C de la cadena principal, son los siguientes:

Nº átomos C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PREFIJO	Meta-	Eta-	Propa-	Buta-	Penta-	Hexa-	Hepta-	Octa-	Nona-	Deca-

Nº átomos C	11	12	13	14	20	30
PREFIJO	Undeca-	Dodeca-	Trideca-	Tetradeca-	Icosa-	Triaconta-

- c) En último lugar **se pone el sufijo “-ano”**, indicativo de alcano. Al unir el sufijo -ano al prefijo del nº de átomos de C de la cadena principal **se debe hacer elisión** (supresión de la vocal con que acaba una palabra cuando la que sigue empieza con otra vocal). Por ejemplo: but(a) + ano = butano, al elidir la “a” final de buta-.
- d) **Hay que tener en cuenta en todos los pasos dados**, que para separar localizadores se usa una coma, para separar un localizador de una palabra se utiliza un guión, y para separar un localizador de un paréntesis se pone también un guión (excepto cuando el localizador se encuentre dentro de dicho paréntesis). Cuando un sustituyente sólo puede ir en un carbono de la cadena principal, no hace falta poner su localizador en el nombre del compuesto.

