

INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA
ORGÁNICA**WÖHLER, FRIEDRICH (1800-1882)**

(Eschersheim, actual Alemania, 1800-Gotinga, id., 1882) Químico alemán. Discípulo de L. Gmelin y de J. Berzelius, enseñó desde 1836 en la Universidad de Gotinga. Su nombre está unido sobre todo a la síntesis de la urea (1828), que tuvo una gran repercusión en el desarrollo de la química en el siglo XIX, al echar por tierra la teoría que defendía que los compuestos orgánicos no pueden ser preparados mediante procesos de síntesis. Conjuntamente con Liebig, llevó a cabo investigaciones sobre el ácido úrico y sus derivados. Obtuvo además por primera vez Aluminio puro por la acción del Potasio sobre el cloruro de dicho metal (1827), aisló el Berilio y el Itrio y efectuó importantes descubrimientos sobre el Silicio y el Boro, de los cuales preparó la forma cristalina. Obtuvo acetileno por la reacción del agua con el carburo de calcio (1862) y con sus trabajos sobre el cianato de plata contribuyó al descubrimiento de la isomería.

¿QUÉ ES LA QUÍMICA ORGÁNICA?

La **Química Orgánica** es la parte de la química que estudia los compuestos de Carbono. Los **compuestos o moléculas orgánicas** son los compuestos químicos basados en Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, y muchas veces con Nitrógeno, Azufre, Fósforo, Boro, Halógenos. No son moléculas orgánicas los carburos, los carbonatos y los óxidos del carbón.

Las moléculas orgánicas pueden ser:

Moléculas orgánicas naturales: Son las sintetizadas por los seres vivos y se llaman biomoléculas, que son estudiadas por la bioquímica.

Moléculas orgánicas artificiales: Son sustancias que no existen en la naturaleza y han sido fabricadas por el hombre como los plásticos. La mayoría de los compuestos orgánicos puros se producen artificialmente.

La línea que divide las moléculas orgánicas de las inorgánicas ha originado polémicas e históricamente ha sido arbitraria; pero generalmente, los compuestos orgánicos tienen carbono con enlaces de hidrógeno, y los compuestos inorgánicos no. Así el ácido carbónico (H_2CO_3) es inorgánico, mientras que el ácido fórmico (HCOOH), es orgánico. El anhídrido carbónico y el monóxido de carbono, son compuestos inorgánicos.

La *etimología* de la palabra "orgánico" significa que procede de órganos, relacionado con la vida, en oposición a inorgánico que sería el calificativo asignado a todo lo que carece de vida.

Para los químicos antiguos, las sustancias orgánicas procederían de fuentes animales o vegetales, mientras las sustancias inorgánicas serían las de procedencia mineral. Aunque durante muchos años se creyó que entre química orgánica y química inorgánica existía una barrera infranqueable, a principios del siglo XIX, tras conseguir el químico alemán Wöhler sintetizar la urea, un producto orgánico, a partir de sustancias inorgánicas, se comprobó que tal división era artificial, algo que es completamente evidente en la química moderna.

IMPORTANCIA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

1. Más del 95% de las sustancias químicas conocidas son compuestos del carbono y más de la mitad de los químicos actuales en el mundo se denominan a sí mismos químicos orgánicos.
2. Todos los compuestos responsables de la vida (ácidos nucleicos, proteínas, enzimas, hormonas, azúcares, lípidos, vitaminas, etc.) son sustancias orgánicas.
3. El progreso de la Química Orgánica permite profundizar en el esclarecimiento de los procesos vitales.
4. La industria química (fármacos, polímeros, pesticidas, herbicidas, etc.) juega un papel muy importante en la economía mundial e incide en muchos aspectos de nuestra vida diaria con sus productos.
5. Intelectualmente es muy estimulante puesto que:
 - Posee una estructura muy lógica.
 - Hace un uso considerable de símbolos lógicos.
 - Utiliza el principio de analogía y el razonamiento deductivo.
 - Se caracteriza por un cierto contenido artístico.
 - El elemento más importante de la Química Orgánica es el carbono. El esqueleto de los compuestos orgánicos está constituido por cadenas carbonadas. Los carbonos saturan la mayor parte de sus valencias con hidrógeno, por lo que este elemento es también muy abundante en los compuestos orgánicos.
 - Los compuestos orgánicos naturales tienen muy a menudo oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre y halógenos.
 - Los Químicos Orgánicos han sintetizado una gran cantidad de compuestos no naturales que contienen otros

elementos como boro y silicio, así como una gran variedad de metales. Todos estos compuestos artificiales son de enorme importancia como intermedios y/o reactivos en Síntesis Orgánica.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

- Todos los compuestos orgánicos contienen carbono en sus moléculas. a veces combinado sólo con hidrógeno y otros además, con oxígeno y nitrógeno (C, H, O, N). Estos cuatro elementos son los principales constituyentes de los cuerpos orgánicos. También, pero con menor frecuencia, se puede encontrar azufre, fósforo, halógenos, arsénico, y otros.
Algunos compuestos del carbono como: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), carbonatos, carburos y cianuros metálicos, se estudian dentro de la química inorgánica.
- El número de compuestos del carbono es muy grande, y aunque no existe una barrera entre los compuestos orgánicos e inorgánicos, estos últimos representan una cantidad mucho menor con relación a la totalidad de los compuestos.
- Las reglas de nomenclatura para los compuestos orgánicos, en general son diferentes a las de los inorgánicos.
- En los compuestos orgánicos, los átomos de carbono tienen la particularidad de unirse unos con otros formando cadenas carbonadas con o sin ramificación, abiertas o cerradas y mediante enlaces simples, dobles y / o triples.
- Los compuestos orgánicos tienen bajos puntos de fusión (inferior a los 400°C) en tanto que los inorgánicos se funden a altas temperaturas (a veces sobrepasan los 1000°C).
- Los compuestos orgánicos reaccionan en forma lenta, las reacciones de los compuestos inorgánicos son casi instantáneas. Debido al enlace covalente entre los átomos que forman las moléculas de los compuestos orgánicos, estos no conducen la corriente eléctrica, por otro lado, muchos de los inorgánicos se ionizan y son buenos conductores eléctricos.
- La gran mayoría de los compuestos orgánicos son volátiles, inflamables y combustibles. Los inorgánicos no lo son.
- Los compuestos orgánicos presentan la propiedad de la isomería, esto es, puede haber dos o más sustancias cuyas moléculas están formadas por el mismo número de átomos, pero las sustancias presentan propiedades físicas y/o químicas diferentes.

Formas de presentación del carbono

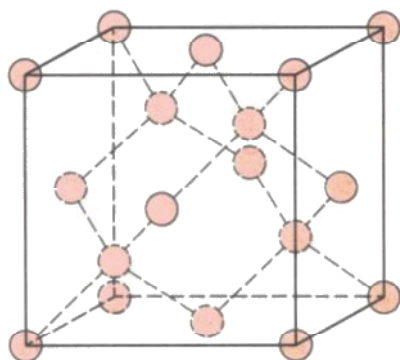
El carbono solo constituye el 0.08% del conjunto de la litósfera, hidrósfera y atmósfera. Aparece en la corteza terrestre en forma de rocas de carbonato de calcio o magnesio. En la atmósfera lo encontramos principalmente en forma de gas carbónico (CO₂) y monóxido de carbono (CO).

Existen algunos depósitos de carbono elemental en forma de diamante y grafito:

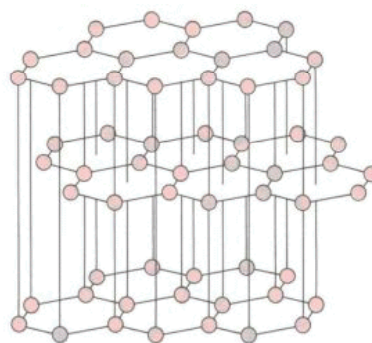
- * **Grafito:** es la forma alotrópica más estable del carbono a temperatura y presión ordinarias. Es blando, negro y resbaladizo, con una densidad de 2,25 g/cm³. Sus propiedades están ligadas a su estructura; ésta consta de átomos de carbono ordenados de capas planas de anillos de seis miembros. Tres de los cuatro electrones de valencia de cada átomo de carbono participan en los enlaces con los carbonos de su mismo plano, mientras que el cuarto electrón forma un enlace más débil perpendicular a dichos planos. Las capas pueden deslizarse horizontalmente con facilidad al romperse esos enlaces y forman otros nuevos. Debido a ello el grafito lo utilizan como lubricante, como aditivo para aceites de motores y en la fabricación para minas de lápices. Otra propiedad es que el grafito tiene la capacidad de conducir la electricidad.
- * **Diamante:** a diferencia del grafito, el diamante es una de las sustancias más duras que se conoce. Es incoloro, no conduce la electricidad y es más denso que el grafito, 3.53 g/cm³. Estas propiedades corresponden a su estructura: una red de átomos distribuidos en forma de tetraedro, separados de sus átomos vecinos por solo 1.54 Å. En esta estructura, se presentan enlaces muy fuertes sin que haya electrones débilmente retenidos. Por ello el diamante es muy duro, no conduce la electricidad y tiene el punto de fusión más elevado que se conoce de un elemento el cual es cerca de 3570° C.

Los **fullerenos** tienen una estructura similar al grafito, pero el empaquetamiento hexagonal se combina con pentágonos (y posiblemente heptágonos), lo que curva los planos y permite la aparición de estructuras de forma esférica, elipsoidal y cilíndrica. El constituido por 60 átomos de carbono, presenta una estructura tridimensional similar a un balón de fútbol. Las propiedades de los fullerenos no se han determinado por completo y aún se siguen investigando.

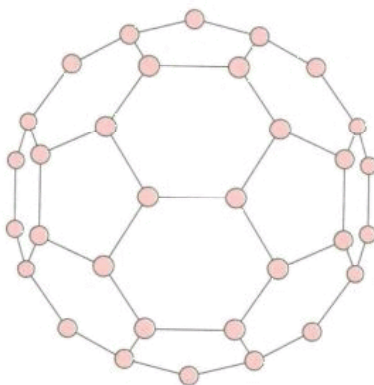
A esta familia pertenecen también los **nanotubos** de carbono, de forma cilíndrica rematados en sus extremos por hemisferas (fullerenos), y que constituyen uno de los primeros productos industriales de la nanotecnología.



(a) diamante



(b) Grafito

(c) Estructura molecular del fullereno C_{60} **Figura 22.1:** Estructura de los alótropos del carbono.

PROPIEDADES DEL CARBONO

Si bien la división de la química en orgánica e inorgánica no tiene fundamentos teóricos, ya que los fenómenos químicos que se estudian en una y otra son los mismos, se conserva dicha clasificación, por convenir a la enseñanza y por una serie de características particulares de los compuestos del carbono, entre las que se podrían citar las siguientes:

1. **Tetravalencia:**

El átomo de carbono en todo compuesto orgánico es tetravalente, es decir, en forma implícita se acepta la formación de cuatro enlaces covalentes.

El átomo de **oxígeno** es divalente.

El átomo de **nitrógeno** es trivalente.

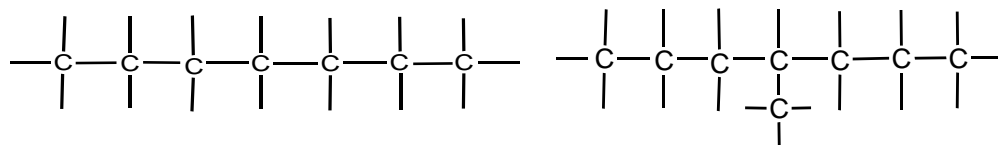
El átomo de **hidrógeno** es monovalente.

2. **Autosaturación:**

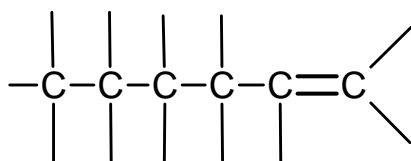
El átomo de carbono, típicamente tiene la capacidad de combinarse con otros átomos de carbono formando cadenas carbonadas con o sin ramificaciones, abiertas, cerradas y mediante enlaces simples dobles y/o triples.

* Cadena alifática saturada y no ramificada.

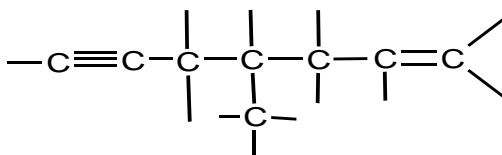
* Cadena alifática saturada y ramificada.



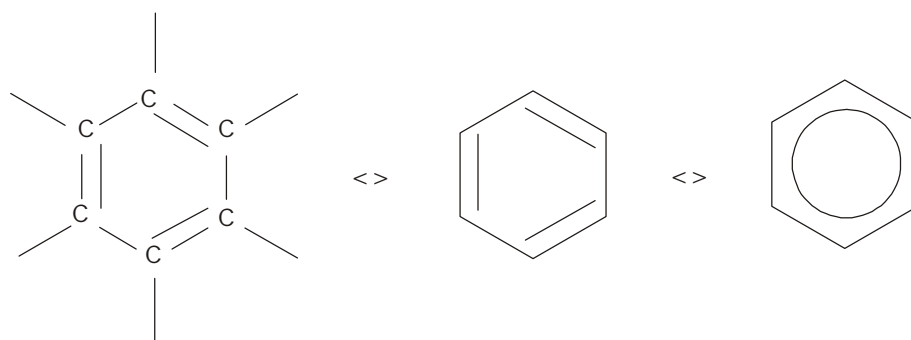
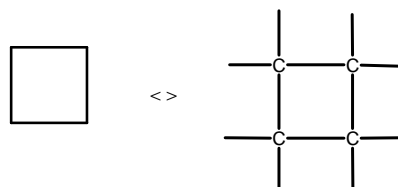
* Cadena alifática insaturada no ramificada.



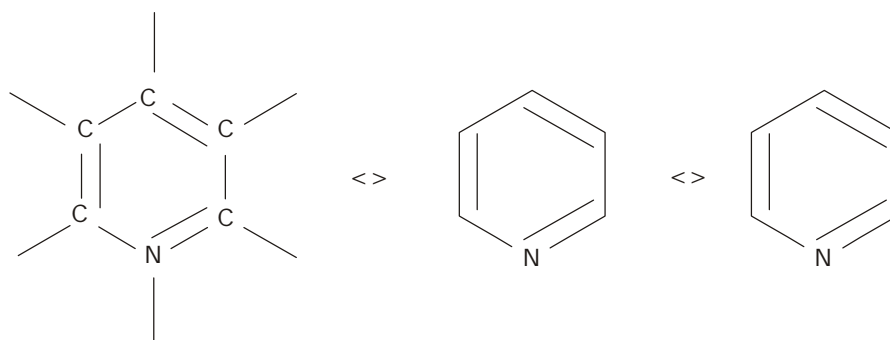
* Cadena alifática insaturada y ramificada.



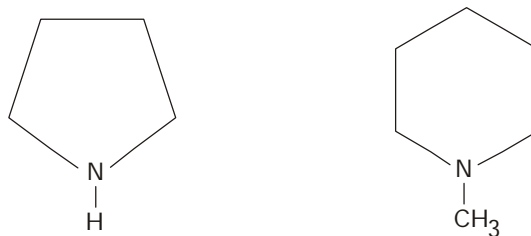
* Cadena alifática saturadas y cíclica



* Cadenas aromáticas



* Cadenas aromáticas heterocíclicas



* Cadenas heterocíclicas



* Cadenas policíclicas

Clasificación de carbonos saturados

Los átomos de carbono con hibridación sp^3 se pueden clasificar como primarios, secundarios, terciarios o cuaternarios, de acuerdo a que estén directamente unidos a 1, 2, 3 y 4 átomos de carbono, respectivamente.

C directamente unidos

1

2

3

4

Tipo de carbono

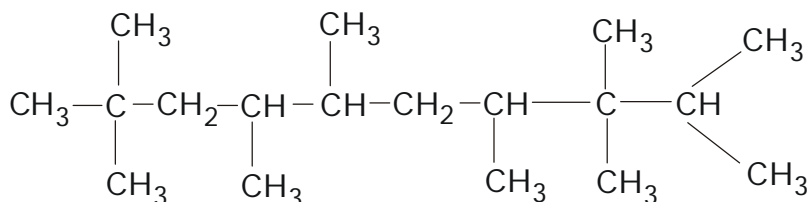
primario

secundario

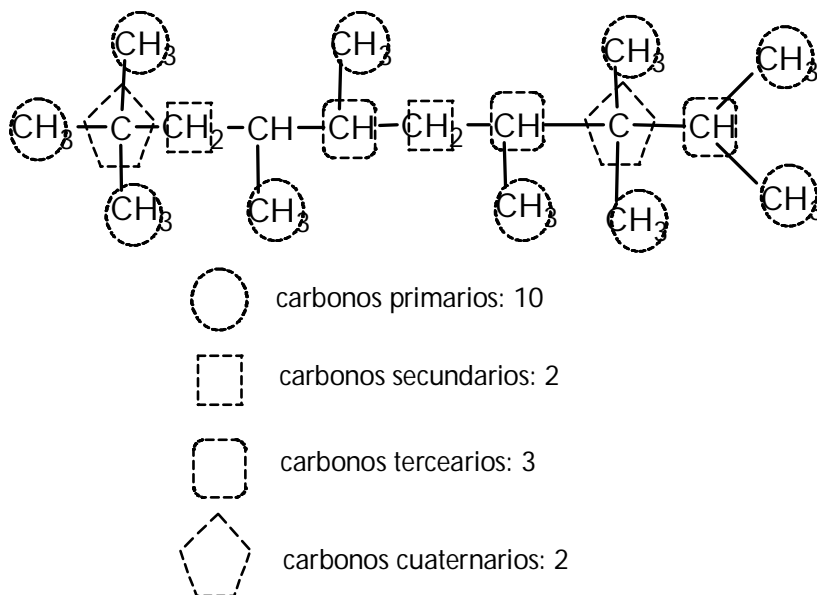
terciario

cuaternario

Determine cuántos carbonos primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios están presentes en los siguientes hidrocarburos.

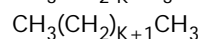
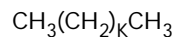


Solución:

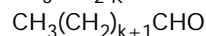
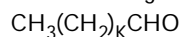
**SERIE HOMÓLOGA**

Todos aquellos compuestos que poseen uno o mas grupos funcionales comunes y sólo se diferencian en el número de grupos de $-\text{CH}_2-$ constituyen una serie homóloga. Los miembros de ésta serie se denominan *Homólogos*.

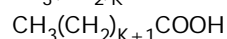
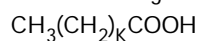
* La serie Homóloga de los alcanos :



* La serie homóloga de los aldehidos :



* La serie homóloga de los ácidos carboxílicos :



FÓRMULAS DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

Se define como fórmula a toda combinación de símbolos y subíndices que indican los componentes de una sustancia y sus proporciones estequiométricas. Las fórmulas pueden ser:

FÓRMULAS EMPÍRICAS:

Indican la proporción de los elementos según los números enteros más sencillos.

FÓRMULAS MOLECULARES:

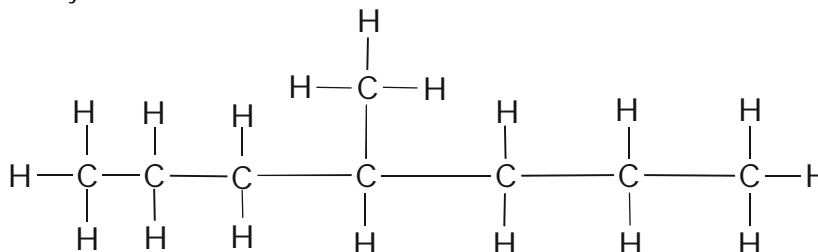
Indica el número real de átomos químicamente combinados, en la formación de la molécula.

<i>Fórmula Molecular</i>	<i>Fórmula Empírica</i>
C_6H_6	CH
$C_2H_4O_2$	CH_2O

Según el grado de explicitación, las fórmulas se pueden clasificar:

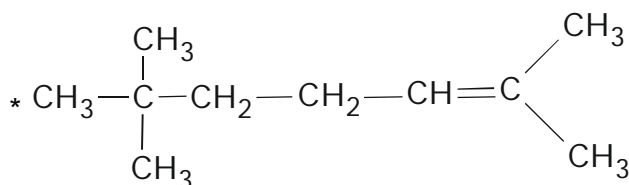
FÓRMULAS DESARROLLADAS:

Incluyen todos los átomos y los enlaces de los átomos.

**FÓRMULAS SEMIDESARROLLADAS:**

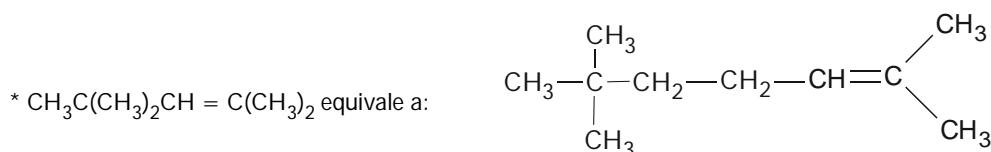
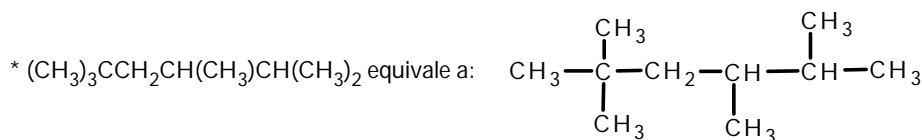
Incluyen todos los átomos y los enlaces de los átomos, excepto los enlaces C - H.

* $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

**FÓRMULAS CONDENSADAS:**

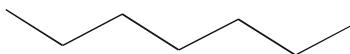
Incluyen todos los átomos, pero utilizan líneas de enlace tan sólo para significar alguna característica estructural o para aclarar la figura. Los enlaces múltiples, no obstante, en general, se señalan con líneas. Con frecuencia se utilizan paréntesis para indicar grupos que se repiten:

* $CH_3(CH_2)_5CH_3$ equivale a : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

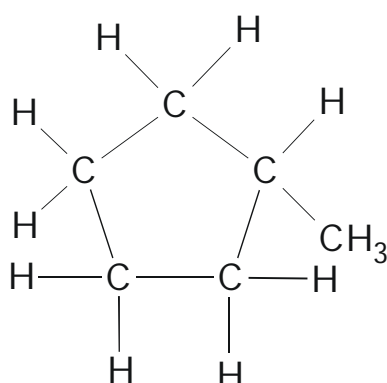
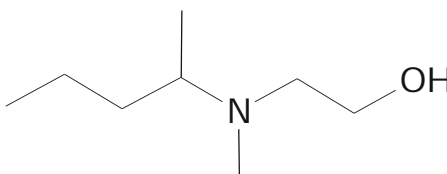


La notación de enlaces mediante líneas constituye una simplificación todavía mayor de la designación estructural. Los enlaces se representan mediante líneas, donde los átomos de carbono son los extremos de las líneas o la intersección de éstas. Se admite implícitamente que los átomos de hidrógeno necesarios para cumplir la tetravalencia están presentes. Los heteroátomos (átomos diferentes al carbono y al hidrógeno) sí se representan, así como sus respectivos hidrógenos. La notación de enlaces mediante líneas es el método usual para representar estructuras cíclicas.

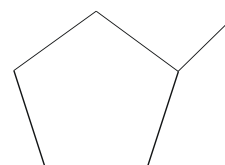
* $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ equivale a:



* $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ equivale a:



< >



ISOMERÍA

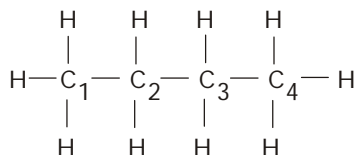
La existencia de moléculas que poseen la misma fórmula molecular y propiedades distintas se conoce como isomería. Los compuestos que presentan esta característica reciben el nombre de isómeros.

La isomería puede ser de dos tipos:

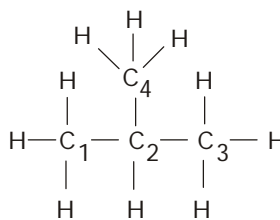
- * **Isomería constitucional**
- * **Isomería en el espacio o estereoisomería**

1. ISOMERÍA CONSTITUCIONAL

Los isómeros constitucionales o estructurales son los que difieren en el orden en el que se enlazan los átomos en la molécula (diferente conectividad de átomos). Por ejemplo, el n-butano y el metilpropano son dos isómeros estructurales con fórmula molecular C_4H_{10} . En el n-butano hay carbonos primarios y secundarios, mientras que en el isobutano hay 3 carbonos primarios y 1 terciario.



n-butano

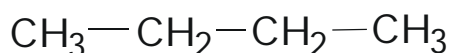


metilpropano

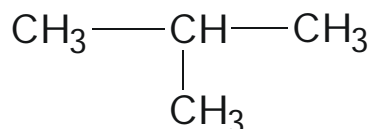
La isomería constitucional se clasifica en:

- * **Isomería de cadena u ordenación.**

Son aquellos isómeros estructurales que tienen distribuidos los átomos de carbono de la molécula de forma diferente. Sus propiedades químicas esencialmente son semejantes, variando sus propiedades físicas.



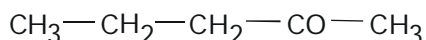
Alcano no ramificado



Alcano ramificado

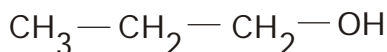
* **Isomería de posición.**

La presentan aquellos compuestos que teniendo las mismas funciones químicas, éstas se encuentran enlazadas a átomos de carbono que tienen localizadores diferentes. Sus propiedades químicas esencialmente son semejantes, variando sus propiedades físicas.

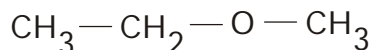


* **Isomería de función.**

La presentan aquellos compuestos que tienen distinta función química. Sus propiedades físicas y químicas generalmente son diferentes.



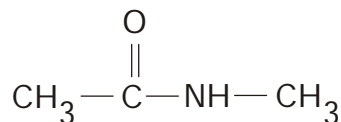
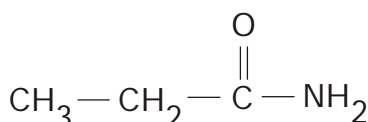
Alcohol



Éter

* **Metámeros.**

Tienen el mismo grupo funcional sustituido de formas distintas.



GRUPOS FUNCIONALES

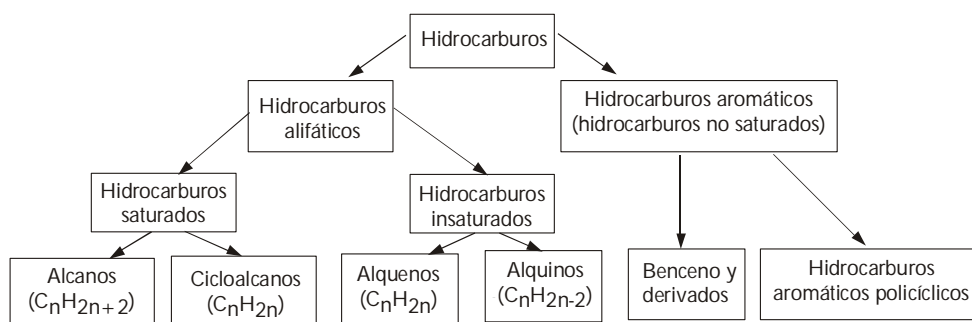
En los compuestos orgánicos suelen haber otros elementos además del carbono y el hidrógeno. Estos elementos aparecen en agrupaciones diferenciales de uno o varios átomos. En algunos casos, estas agrupaciones de átomos sustituyen a los átomos de H en las cadenas o anillos de hidrocarburos. En otros casos pueden incluir a los propios átomos de C. Por ejemplo, el grupo carbonilo está formado por un átomo de C del esqueleto estructural al que se une por un doble enlace un átomo de O ($\text{C}=\text{O}$). Estas agrupaciones de átomos diferenciales se denominan **grupos funcionales**, y a veces el resto de la molécula se representa por el símbolo R, que suele representar un grupo alquilo. Las propiedades físicas y químicas de las moléculas orgánicas dependen generalmente de los grupos funcionales que tengan. El resto de la molécula (R) suele tener poca influencia en estas propiedades.

Por este motivo, una manera conveniente de estudiar química orgánica consiste en considerar las propiedades asociadas con los grupos funcionales específicos. En los capítulos posteriores ya los grupos funcionales tales como el grupo -OH de los alcoholes y el grupo -COOH de los ácidos carboxílicos.

El **grupo funcional** es todo agregado de uno o más átomos de una molécula que confiere a éstas propiedades y comportamiento característicos e independiente de la cadena carbonada a la que pueda estar unido.

HIDROCARBUROS

Son compuestos binarios exclusivamente formados por la combinación de carbono e hidrógeno. De acuerdo a la cadena carbonada y al tipo de enlace químico implicado se puede dividir según el siguiente esquema:



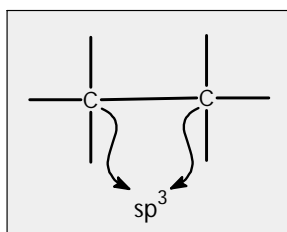
Los hidrocarburos se nombran en base a un sistema de prefijos y sufijos que denotan en el primer caso el número de carbonos y en el segundo caso el tipo de enlace químico implicado.

Prefijo	# C	Prefijo	# C
met	1	undec	11
et	2	dodec	12
prop	3	tridec	13
but	4	tetradec	14
pent	5	pentadec	15
hex	6	hexadec	16
hept	7	heptadec	17
oct	8	octadec	18
non	9	nonadec	19
dec	10	icos*	20

* El prefijo **icos** ha sido eliminado en 1979.

ALCANOS

Estructura:



NOMBRES ADICIONALES: HIDROCARBUROS SATURADOS, HIDROCARBUROS PARAFÍNICOS (DEL LATÍN: "PARUM AFFINIS", POCA AFINIDAD).

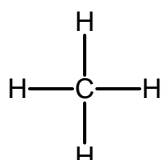
Fuente Natural: El petróleo

Fórmula Global: C_nH_{2n+2}

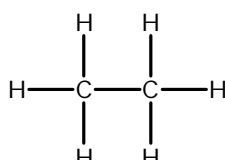
$\sigma = 3n+1$

Usos frecuentes: Combustible, solventes orgánicos.

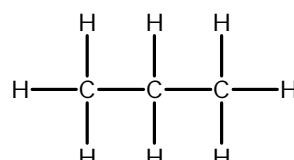
Propiedades físicas: densidad < 1 g/mL, insolubles en agua, volátiles, inflamables y combustibles. El metano es uno de los **hidrocarburos saturados**, esto es, un hidrocarburo en el cual todos los átomos de carbono están enlazados al número máximo de átomos de hidrógeno. No hay enlaces carbono-carbono dobles ni triples, que disminuyan el número de átomos de hidrógeno. Una serie de hidrocarburos saturados es la serie de los alcanos. Los **alcanos**, llamados también parafinas, son hidrocarburos saturados con la fórmula general C_nH_{2n+2} . Para $n=1$, la fórmula es CH_4 ; para $n=2$, la fórmula es C_2H_6 ; para $n=3$, C_3H_8 ; etc. Las fórmulas desarrolladas de los tres primeros alcanos son:



metano

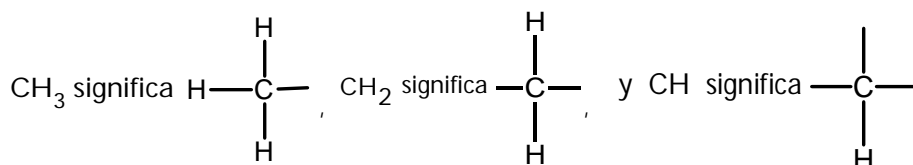


etano

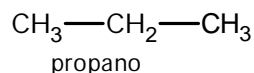
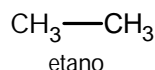


propano

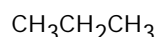
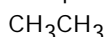
Las estructuras de los compuestos orgánicos con frecuencia se dan con fórmulas estructurales semidesarrolladas, en donde:



Las fórmulas semidesarrolladas de los tres primeros alcanos son:



y las fórmulas condensadas de que le corresponden a los tres primeros alcanos son:



Los alcanos, una **serie homóloga**, es una serie de compuestos en la cual un compuesto difiere de otro precedente por un grupo -CH₂-. Los miembros de esta serie homóloga tienen propiedades físicas que cambian regularmente a través de la serie en una forma regular. En la tabla 22.1 se enlistan los puntos de fusión y los puntos de ebullición de los diez primeros alcanos de cadena no ramificada.

Observe que la fórmula molecular del isobutano es C₄H₁₀, la misma que para el n-butano, el hidrocarburo de cadena no ramificada. El butano y el isobutano son isómeros estructurales y específicamente isómeros de cadena, compuestos con la misma fórmula molecular, pero con cadenas carbonadas diferentes. Debido a que estos isómeros tienen estructuras diferentes, sus propiedades físicas son diferentes.

Como las fuerzas de London se debilitan con las ramificaciones, los puntos de ebullición de los isómeros de cadena, disminuyen con el incremento de las ramificaciones.

CONFORMACIONES DE LOS ALCANOS

Los modelos de bolas y varillas permiten visualizar un importante tipo de movimiento de las moléculas de los alcanos; la rotación de un grupo respecto de otro en torno al enlace σ que los conecta. La figura muestra dos de las muchas orientaciones posibles de los grupos -CH₃ en la molécula de etano.

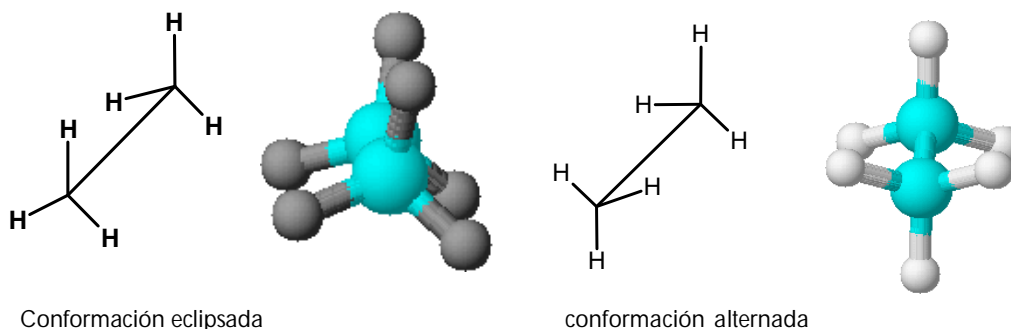


Figura: Conformaciones notables del etano, debido a la libre rotación de los átomos de carbono sp³.

En una de estas configuraciones, al examinar frontalmente la molécula, los dos conjuntos de enlaces C-H están justamente uno detrás del otro. Esta conformación se denomina **conformación eclipsada**.

La distancia entre los átomos de H de los dos carbonos adyacentes es mínima, condición para que alcance un máximo de repulsión entre los átomos de H. Hay otra configuración denominada **conformación alternada** la cual es más estable que la eclipsada. A temperatura ambiente, las moléculas de etano tienen suficiente energía térmica para permitir la rotación libre de los grupos -CH₃ alrededor del enlace C-C, haciendo que todas las conformaciones sean accesibles a la molécula. Sin embargo, a temperaturas inferiores, el etano presenta principalmente la conformación alternada. En los alcanos superiores, aparecen situaciones similares.

NOMENCLATURA DE ALCANOS

La nomenclatura de compuestos orgánicos puede llegar a ser extraordinariamente compleja. En esta lección sólo se pretende dar unas nociones elementales de la misma. La **IUPAC** (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) dicta las normas que se encuentran recogidas en libros especializados.

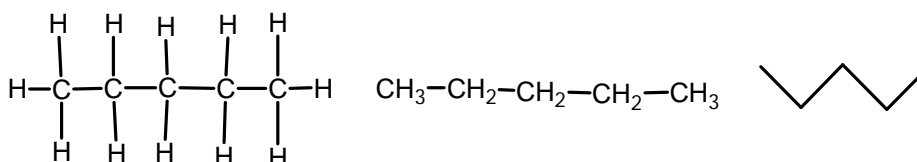
Pero en un curso de iniciación a la *Química Orgánica* es imprescindible que el alumno llegue a dominar las reglas elementales. Se podrán incluso admitir ciertos errores leves, siempre y cuando **la proposición de un nombre conduzca de manera inequívoca a una fórmula química concreta**. Como en cualquier otro idioma científico, la ambigüedad es inadmisibles si se quiere tener una comunicación precisa.

Las moléculas orgánicas constan de un esqueleto carbonado y de unas funciones, generalmente con heteroátomos, que determinan sus propiedades químicas. Lo primero que hay que saber, por tanto, es nombrar las cadenas carbonadas.

En el sistema de la IUPAC, los nombres de los compuestos orgánicos tienen al menos tres partes principales: **prefijo(s) - raíz - sufijo**. Los *prefijos* especifican el número, localización, naturaleza y orientación espacial de los sustituyentes y otros grupos funcionales de la cadena principal. El *raíz* hace referencia a cuantos átomos de carbono hay en la cadena principal y el *sufijo* identifica al grupo funcional más importante presente en la molécula.

Este esquema, con algunas modificaciones, se usará para todos los demás compuestos orgánicos. Los principios generales son los mismos. La nomenclatura consiste en una secuencia de reglas tediosas que se aplican según un orden de prioridad ya establecido. En el presente texto, se usará una metodología que si se aplica paso a paso, producirá resultados correctos sin tener que memorizar muchas reglas.

Los compuestos orgánicos más sencillos desde un punto de vista estructural son los **alcanos lineales**. Estos alcanos consisten de cadenas no ramificadas de átomos de carbono, con sus respectivos hidrógenos, unidos por enlaces simples como se ilustra a continuación. Las siguientes tres representaciones del *n-pentano* son equivalentes.

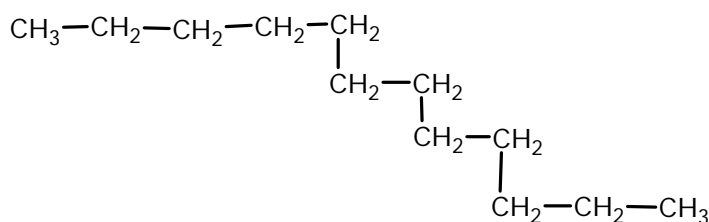


El nombre general de los alcanos no ramificados utiliza los prefijos de acuerdo al número de carbonos contenidos en su cadena, terminado en el sufijo "ano". El nombre de los alcanos lineales más comunes se indica en la siguiente tabla:

Tabla 22.4: Nombres IUPAC de los alcanos lineales más comunes.

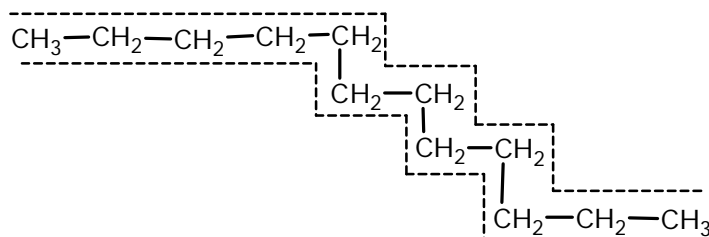
#C	Nombre	#C	Nombre	#C	Nombre
1	metano	7	n-heptano	13	n-tridecano
2	etano	8	n-octano	20	n-icosano
3	propano	9	n-nonano	21	n-henicosano
4	n-butano	10	n-decano	22	n-docosano
5	n-pentano	11	n-undecano	23	n-tricosano
6	n-hexano	12	n-dodecano	30	n-triacontano

Ejemplo: Nombrar el siguiente hidrocarburo



Solución

1. Determinar la cadena carbonada más larga, la cual será denominada cadena principal.

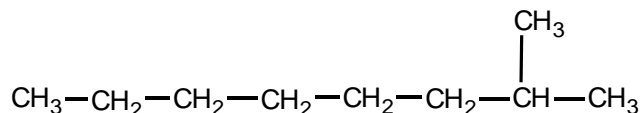


2. Como no existe ramificaciones se trata de un alcano no ramificado
3. Su nombre es: **n-dodecano**.

En el caso de los **alcanos ramificados acíclicos**, el nombre se basa en el principio de que estos compuestos se consideran derivados de la cadena carbonada más larga presente en el compuesto (cadena principal). De esta forma, el nombre de la *cadena principal* es el correspondiente al del alcano contenido en dicha cadena principal. Las ramificaciones o sustituyentes de la cadena principal se designan con prefijos adecuados y sus posiciones se especifican por medio de números relativos a esa cadena.

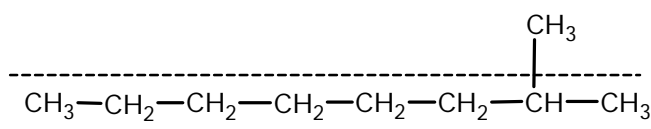
Para dar nombre a alcanos ramificados se puede seguir un procedimiento basado en una serie de reglas secuenciales las cuales se ilustrarán brevemente con el siguiente compuesto y, más en detalle, en las siguientes secciones.

Ejemplo: Nombrar el siguiente hidrocarburo:

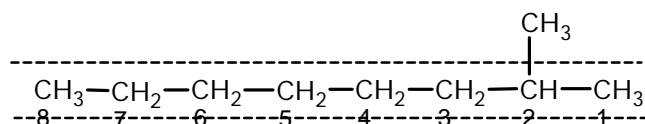


Solución:

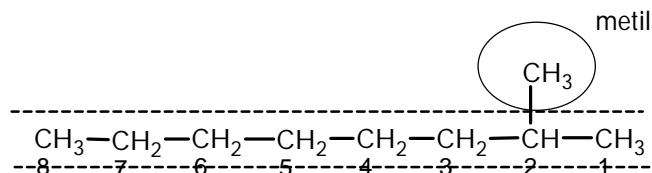
1. Encontrar la cadena principal. En este caso es la cadena de 8 átomos de carbono y le corresponde el nombre de octano.



2. Numerar la cadena principal desde un extremo al otro, de tal forma que se asigne el número más pequeño al primer punto de diferencia.

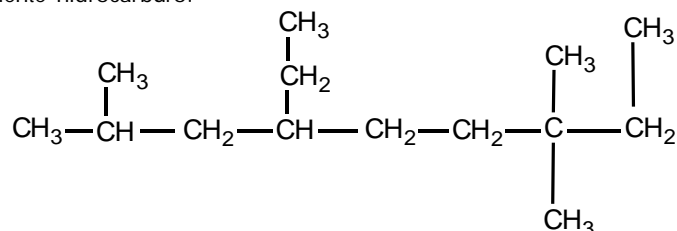


3. Nombrar cada sustituyente o ramificación diferente en la cadena principal. Si algún sustituyente se repite más de una vez se pueden utilizar prefijos multiplicadores para denotar dicha condición.



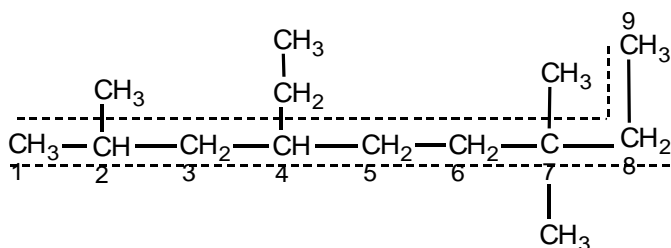
4. Alfabetizar los sustituyentes. No se considera los prefijos multiplicadores o los prefijos separados por un guión, para el ordenamiento alfabético.
5. Escribir el nombre completo del compuesto como una sola palabra insertando prefijos de posición, multiplicativos, etc. antes de cada sustituyente y agregando el nombre de la cadena principal y sufijo "ano" al final del nombre: **2-metiloctano**.

Ejemplo: Nombrar al siguiente hidrocarburo:

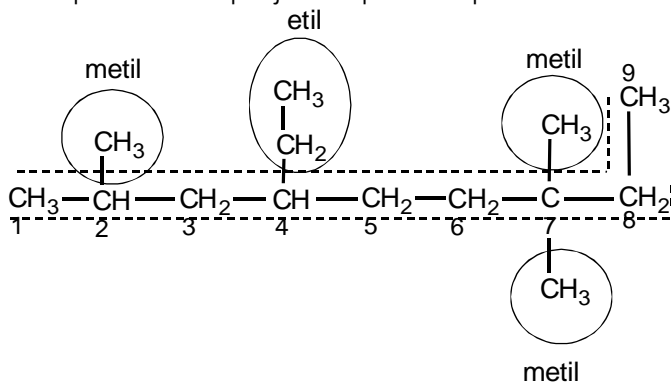


Solución

1. Encontrar y numerar la cadena principal. En este caso, es la cadena de 9 átomos de carbono y le corresponde el nombre de *nonano*. Para la numeración, se recomienda formar números con las posiciones de los sustituyentes y el menor número formado impone el sentido de la numeración. En este caso: **2477 < 3368**.











2. Identificar y nombrar cada sustituyente o ramificación diferente en la cadena principal. Si algún sustituyente se repite más de una vez se pueden utilizar prefijos multiplicadores para denotar dicha condición.

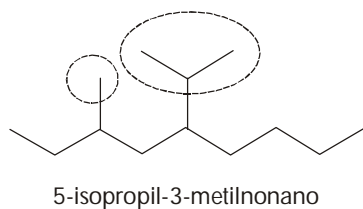
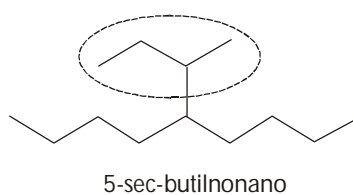
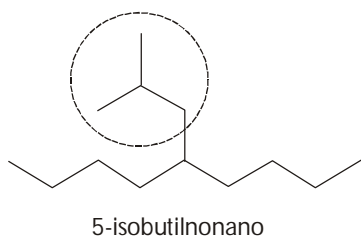


3. Alfabetizar y nombrar recordando que los prefijos multiplicadores no se toman en cuenta para la alfabetización: 4-etil-2,7,7-trimetilnonano.

Tabla: Nombres comunes de los sustituyentes alquilo notables.

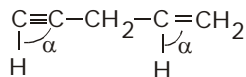
CH_3 	metil
$\text{CH}_3\text{—CH}_2$ 	etil
$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2$ 	n-propil
$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2$ 	n-butil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH} \end{array}$ 	sec-butil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 	isobutil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—C—} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 	terc-butil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—C—CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 	neopentil

Por ejemplo:



PROBLEMAS PROPUESTOS

01. ¿Qué valor puede esperarse para los ángulos de enlace que se denotan por α y β ?



- a) $\alpha = 90^\circ$ y $\beta = 90^\circ$
 b) $\alpha = 120^\circ$ y $\beta = 109^\circ$
 c) $\alpha = 180^\circ$ y $\beta = 109^\circ$
 d) $\alpha = 180^\circ$ y $\beta = 120^\circ$
 e) $\alpha = 109^\circ$ y $\beta = 120^\circ$
02. NO es una característica de los compuestos orgánicos en general, comparado con los compuestos inorgánicos de peso molecular comparable:

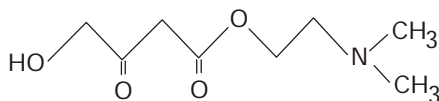
- a) Volátiles.
 b) Bajos puntos de ebullición.
 c) Inflamables.
 d) Combustibles.
 e) Conducen la corriente eléctrica en soluciones acuosas.

03. ¿En cuál de los siguientes compuestos existe más de una clase de hibridación. (**sp**, **sp²**, **sp³**) del átomo de carbono?

- 1) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
 2) $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$
 3) $\text{H-C} \equiv \text{C-H}$
 4) $\text{CH}_3\text{-C} \equiv \text{C-CH}_3$

- a) 2 y 3 b) 2 y 4 c) 2
 d) 3 e) 3 y 4

04. ¿Qué grupo funcional **no** está asociado a la siguiente estructura?

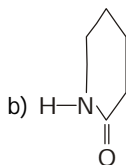
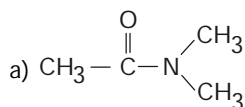


- a) Alcohol. b) Ester. c) Amina.
 d) Cetona. e) Ácido carboxílico.

05. ¿Qué compuesto **no** es un aldehído?

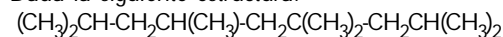
- a) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CHO}$
 b) $(\text{CH}_3)_3\text{CCHO}$
 c) $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CHO}$
 d) $\text{OHCCH}_2\text{CH}_3$
 e) $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{CH}_3$

06. ¿Qué compuesto **no** es una amida?



- c) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-NH}_2$
 d) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCONHCH}_2\text{CH}_3$
 e) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONH}_2$

07. Dada la siguiente estructura:



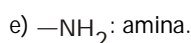
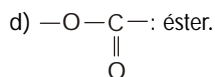
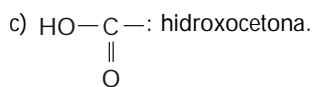
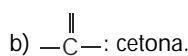
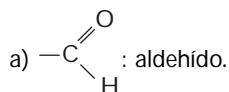
Determine cuántos carbonos secundarios están presentes:

- a) 0 b) 1 c) 2
 d) 3 e) 4

08. Determine qué alcohol es secundario:

- a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOHCH}_3$
 b) $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$
 c) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$
 d) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 e) $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{OH}$

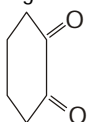
09. Determine qué analogía es incorrecta:



10. Determine qué estructura presenta átomo de carbono con hibridación **sp**.

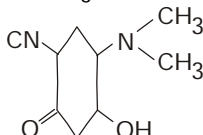
- a) $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$
 b) $\text{CH}_3\text{CH=CHCH}_3$
 c) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$
 d) $\text{CH}_3\text{CH=C=CHCH}_3$
 e) CH_4

11. Determine la fórmula global de:



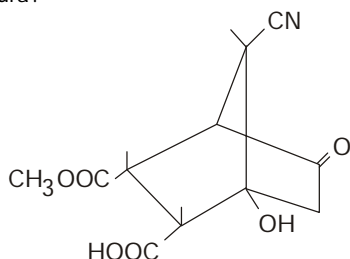
- a) $C_6H_{14}O_2$ b) $C_6H_{12}O_2$
c) $C_6H_{10}O_2$ d) $C_6H_8O_2$
e) $C_6H_6O_2$

12. Determine la fórmula global de:



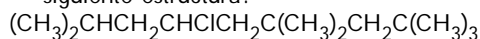
- a) $C_8H_{10}N_2O_2$ b) $C_9H_{10}N_2O_2$
c) $C_9H_{12}N_2O_2$ d) $C_9H_{14}N_2O_2$
e) $C_9H_{16}N_2O_2$

13. ¿Qué grupo funcional **no** está asociado a la siguiente estructura?



- a) Amina. b) Cetona.
c) Ester. d) Ácido carboxílico.
e) Alcohol.

14. ¿Cuántos carbonos terciarios están presentes en la siguiente estructura?



- a) 2 b) 3 c) 4
d) 5 e) 1

15. Indique qué alternativa representa una amida

- a) $(CH_3)_3N$
b) $NH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_2-CH_2OH$
c) $H-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_2-CH_3$
d) $CH_3-O-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_2-CH_3$
e) $CH_3-NH-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_2-CH_3$

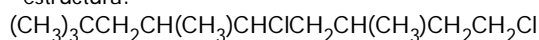
16. ¿Qué alternativa es incorrecta?

- a) $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$: éter.
b) $CH_3-CH_2-COO-CH_3$: éster.
c) $OHC-CH_2-CH_2-CH_3$: aldehído.
d) $(CH_3)_2NCH_2COCH_3$: amida.
e) $HO-CH_2-CH_2-CH_3$: alcohol.

17. Identifique un aldehído:

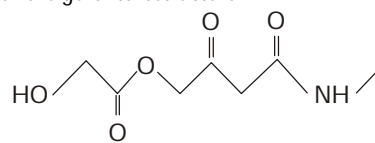
- a) $CH_3CHOHCH_3$
b) $OHCCH_2CH_3$
c) $CH_3CH_2OCH(CH_3)_2$
d) $CH_3COCH_2CH_3$
e) CH_3CH_2COOH

18. ¿Cuántos carbonos primarios tiene la siguiente estructura:



- a) 3 b) 4 c) 5
d) 6 e) 7

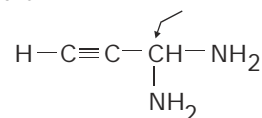
19. Dada la siguiente estructura:



Determine que grupo funcional **no** está presente:

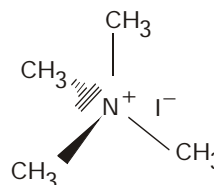
- a) Amina b) Cetona c) Amida
d) Éster e) Alcohol

20. Indique la hibridación del átomo de carbono marcado con una flecha:



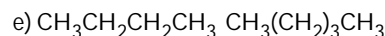
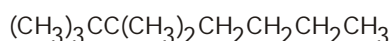
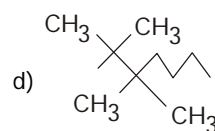
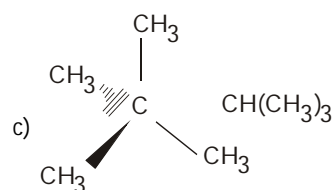
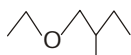
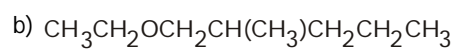
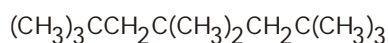
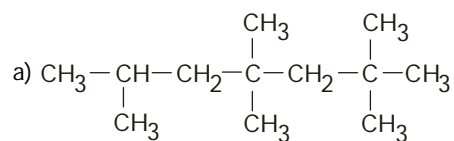
- a) sp b) sp^2 c) sp^3
d) s^2p e) s^3p

21. Determine la hibridación del átomo de nitrógeno

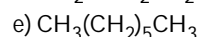
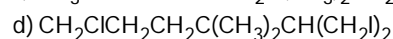
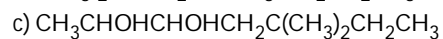
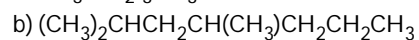
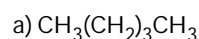


- a) sp b) sp^2 c) sp^3
d) s^2p e) s^3p

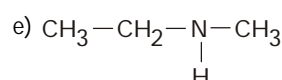
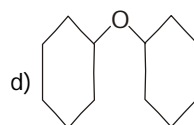
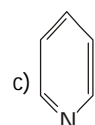
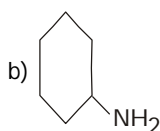
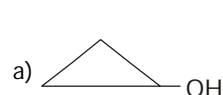
22. Determine cuál de las siguientes estructuras son iguales:



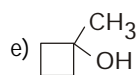
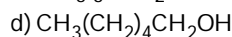
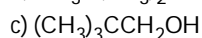
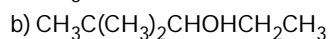
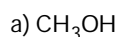
23. Determine qué estructura tiene 5 carbonos primarios:



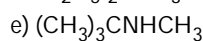
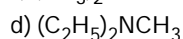
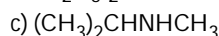
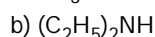
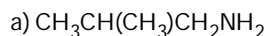
24. Determine qué estructura es heterocíclica:



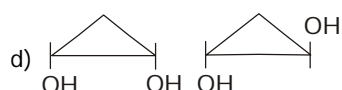
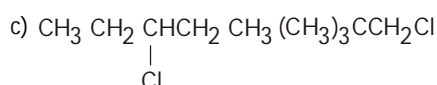
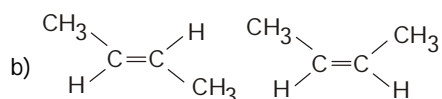
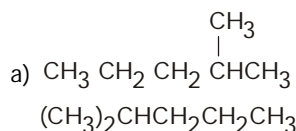
25. ¿Qué alcohol es terciario?



26. ¿Qué amina es primaria?



27. Determine qué estructuras son isómeros estructurales:



e) Todas las alternativas representan isómeros estructurales.

28. ¿Cuántos carbonos secundarios están presentes en la siguiente estructura?

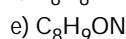
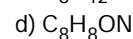
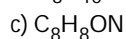
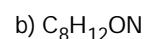
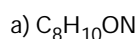
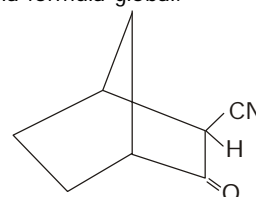


a) 1
d) 4

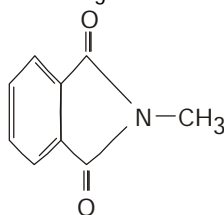
b) 2
e) 5

c) 3

29. Determine la fórmula global:

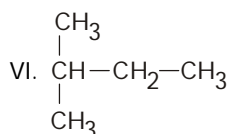
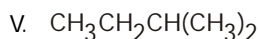
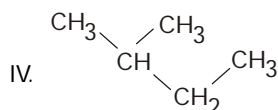
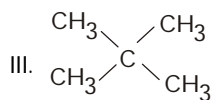
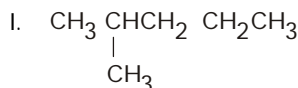


30. Determine la fórmula global:



- a) $C_9H_6O_2N$ b) $C_9H_8O_2N$
 c) $C_9H_7O_2N$ d) $C_9H_9O_2N$
 e) $C_9H_{11}O_2N$

31. ¿Cuántos compuestos diferentes se muestran abajo?

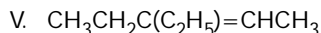
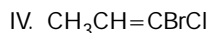
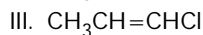
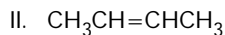
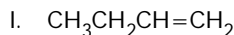


- a) 2 b) 1 c) 3
 d) 4 e) 5

32. ¿Cuántos enlaces σ presenta la siguiente estructura?
3,4-diisopropildecano

- a) 65 b) 67 c) 68
 d) 49 e) 66

33. ¿Cuántos compuestos de los enunciados exhiben isomería geométrica?



- a) 1 b) 2 c) 3
 d) 4 e) 5

34. En química orgánica se conocen como isómeros a los compuestos que tienen y diferentes por ende, sus propiedades y características son diferentes.

- a) Igual fórmula global; proporción de átomos.
 b) Igual unión atómica; distribución espacial.
 c) Los mismos átomos; proporción de átomos.
 d) Igual fórmula global; estructura.
 e) Fórmula global; estructura.

35. Dos compuestos orgánicos son isómeros ópticos cuando al compararlos:

- a) La suma relativa de sus ángulos de desviación del plano de la luz polarizada es cero.
 b) Muestra un aumento el ángulo de desviación del plano de la luz polarizada.
 c) Ninguno ejerce actividad óptica sobre el plano de la luz polarizada.
 d) La molécula del uno es la imagen especular no superponible del otro.
 e) Las moléculas no son imágenes especulares entre sí.

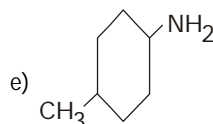
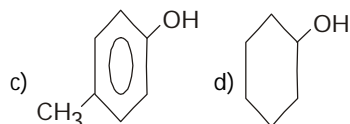
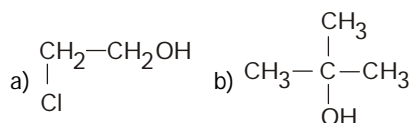
36. ¿Qué grupos funcionales podrían estar presentes en un compuesto cíclico de fórmula $C_5H_{10}O$?

- a) Aldehído y cetona.
 b) Aldehído y alcohol.
 c) Cetona y alcohol.
 d) Aldehído y éter.
 e) Alcohol y éter.

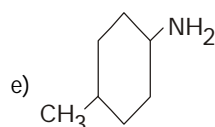
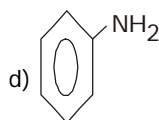
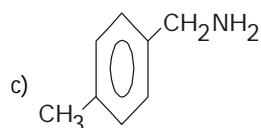
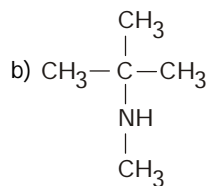
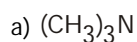
37. ¿Qué grupo(s) funcional(es) **no** puede(n) estar presentes en un compuesto de fórmula C_4H_8O ?

- a) Aldehído.
 b) Cetona.
 c) Cetona cíclica.
 d) Éter cíclico.
 e) Alcohol y enlace doble.

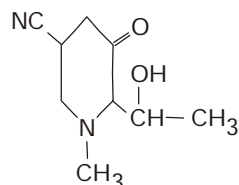
38. ¿Qué compuesto es un fenol?



39. ¿Qué compuesto es una amina aromática?



40. Determine cuántos hidrógenos presenta la siguiente estructura:



- a) 11 b) 12 c) 13
d) 14 e) 15

41. ¿Cuántos alcoholes están asociados a la fórmula $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$?

- a) 4 b) 2 c) 6
d) 3 e) 5

42. Determine cuántos alcoholes terciarios están asociadas a la fórmula global $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$.

- a) 0 b) 2 c) 1
d) 3 e) 4

43. Determine cuántas aminas terciarias se asocian a la fórmula $\text{C}_5\text{H}_{13}\text{N}$.

- a) 0 b) 2 c) 1
d) 3 e) 4

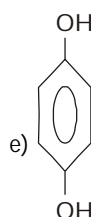
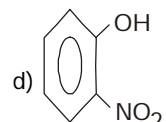
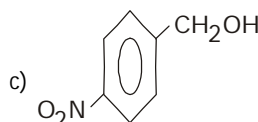
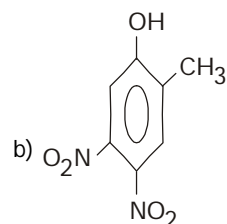
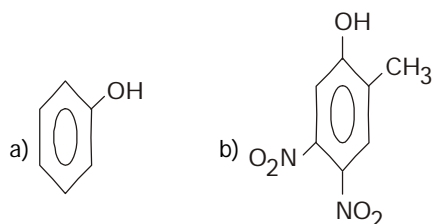
44. Determine cuántos ésteres se asocian a la fórmula global $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$.

- a) 5 b) 2 c) 1
d) 3 e) 4

45. ¿Cuántos isómeros presenta la fórmula $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$?

- a) 5 b) 2 c) 1
d) 3 e) 4

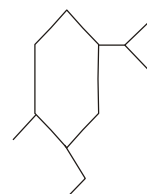
46. Determine qué estructura **no** se puede clasificar como un fenol:



47. ¿Qué grupo funcional se considera isómero de función de los alquinos alifáticos de cadena abierta?

- a) Alqueno. b) Cicloalcano.
c) Díno. d) Cicloalquino.
e) Dieno.

48. ¿Cuántos carbonos secundarios están presentes en la siguiente estructura?



- a) 4 b) 3 c) 2
d) 1 e) 5

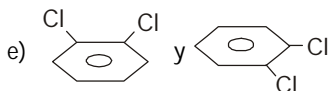
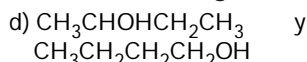
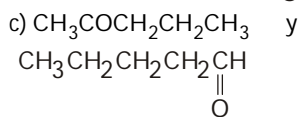
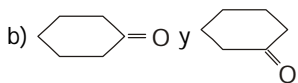
49. ¿Cuántas cetonas están asociadas a la fórmula global $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$?

- a) 1 b) 3 c) 4
d) 5 e) 2

50. ¿Qué grupo funcional **no** está asociado a la fórmula global $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$?

- a) Aldehído.
b) Cetona.
c) Éter alicíclico.
d) Alcohol alicíclico.
e) Cetona cíclica.

51. ¿Qué alternativa representa isómeros de posición?

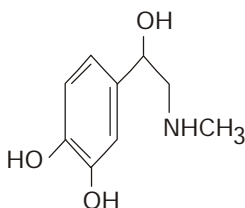


52. La refinación del petróleo consiste en:

- La separación por destilación fraccionada de los compuestos orgánicos y conversión de algunos de ellos en otros.
- El bombeo del petróleo crudo a los tanques de almacenamiento.
- La adición de nuevos componentes para optimizar la calidad del petróleo crudo.
- La filtración del petróleo crudo antes de ser transportado a las torres fraccionadas para su destilación.
- La combustión completa de algunos componentes del crudo para evitar la contaminación del mismo.

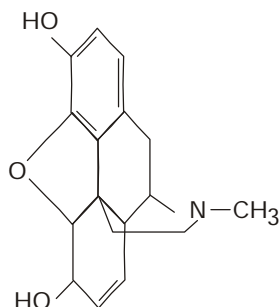
53. ¿Cuántos grupos funcionales **no** están asociados a la adrenalina, una hormona adrenal?

- * Alcohol.
- * Fenol.
- * Amina.
- * Éter.



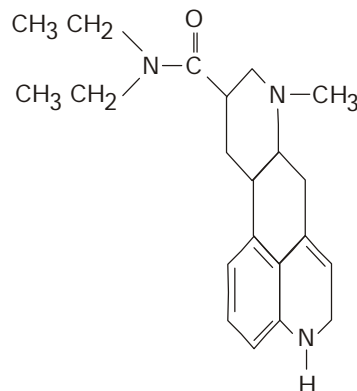
- a) 0 b) 1 c) 2
d) 3 e) 4

54. Determine qué grupo funcional no está asociado a la morfina, alcaloide usado como analgésico.




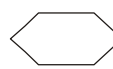
- a) Fenol. b) Alcohol. c) Amina.
d) Éter. e) Amida.

55. Hallar la fórmula global de LSD, un alucinógeno.

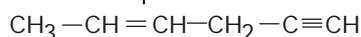


- a) $\text{C}_{27}\text{H}_{37}\text{ON}_3$ b) $\text{C}_{24}\text{H}_{44}\text{ON}_3$
c) $\text{C}_{29}\text{H}_{39}\text{ON}_3$ d) $\text{C}_{24}\text{H}_{42}\text{ON}_3$
e) $\text{C}_{21}\text{H}_{29}\text{ON}_3$

56. ¿Qué molécula presenta un átomo de carbono con hibridación **sp**?

- a)  = O
b) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}=\text{O}$
c)  = N-CH₃
d) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$
e) CH_2Cl_2

57. ¿Cuántos carbonos presentan hibridación **sp³**?



- a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 5

58. ¿Qué propiedad del átomo de carbono justifica la existencia de una diversidad de compuestos orgánicos?

- a) Covalencia. b) Tetravalencia.
c) Autosaturación. d) Hibridación.
e) Isotopía.

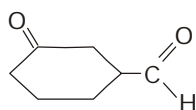
59. Respecto a las siguientes proposiciones:

- El grafito y el diamante son formas alotrópicas del carbono.
- El carbono tiene mayor carácter no metálico que el oxígeno.
- El diamante es el mineral de mayor dureza en la escala de Mohs.
- Los compuestos orgánicos de bajo peso molecular en general son inflamables.

Son verdaderas:

- a) Sólo I b) Sólo II c) III y IV
d) Sólo IV e) II, III y IV

60. Dada la siguiente estructura:



Determine qué proposición es correcta:

- a) Existe 6 enlaces σ .
b) Existe 4 electrones π .
c) Existe 4 átomos con hibridación sp^2 .
d) Existe un átomo cuaternario.
e) No existe enlaces múltiples.

Claves

01.	<i>d</i>
02.	<i>e</i>
03.	<i>b</i>
04.	<i>e</i>
05.	<i>e</i>
06.	<i>c</i>
07.	<i>d</i>
08.	<i>a</i>
09.	<i>c</i>
10.	<i>d</i>
11.	<i>e</i>
12.	<i>d</i>
13.	<i>a</i>
14.	<i>e</i>
15.	<i>e</i>
16.	<i>d</i>
17.	<i>b</i>
18.	<i>d</i>
19.	<i>a</i>
20.	<i>c</i>
21.	<i>c</i>
22.	<i>d</i>
23.	<i>d</i>
24.	<i>c</i>
25.	<i>e</i>
26.	<i>a</i>
27.	<i>c</i>
28.	<i>e</i>
29.	<i>e</i>
30.	<i>c</i>

31.	<i>c</i>
32.	<i>d</i>
33.	<i>c</i>
34.	<i>d</i>
35.	<i>a</i>
36.	<i>c</i>
37.	<i>c</i>
38.	<i>c</i>
39.	<i>d</i>
40.	<i>d</i>
41.	<i>a</i>
42.	<i>c</i>
43.	<i>d</i>
44.	<i>e</i>
45.	<i>e</i>
46.	<i>c</i>
47.	<i>e</i>
48.	<i>a</i>
49.	<i>e</i>
50.	<i>e</i>
51.	<i>d</i>
52.	<i>a</i>
53.	<i>d</i>
54.	<i>e</i>
55.	<i>e</i>
56.	<i>b</i>
57.	<i>b</i>
58.	<i>c</i>
59.	<i>c</i>
60.	<i>c</i>