

Formulación Orgánica

Los enlaces del carbono

Hoy día se conocen más de dos millones de compuestos del carbono entre los naturales y los obtenidos sintéticamente en los laboratorios. Para explicar cómo, con la participación del carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno, fundamentalmente, se pueden formar tal cantidad de moléculas distintas será preciso analizar las características de los enlaces entre estos elementos.

Dado el lugar que ocupa el carbono en la tabla periódica, ¿qué número de enlaces podrá tener con otros elementos?

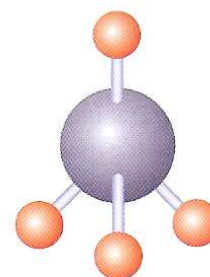
El carbono se encuentra en el grupo 14 de la Tabla Periódica por lo que sus átomos tienen cuatro electrones en su último nivel energético. Puede formar enlaces covalentes compartiendo esos electrones con los de otros átomos. La característica excepcional de los átomos de carbono es que pueden enlazarse entre sí formando cadenas largas, cadenas ramificadas o anillos. Estos enlaces presentan una gran estabilidad. De hecho el enlace C-C es el más fuerte conocido después del H-H, que se da entre átomos iguales unidos al compartir un par de electrones. En la siguiente tabla se pueden ver algunos ejemplos de sustancias orgánicas con un gran número de carbonos para formar una cadena de bastante longitud.

Hemoglobina	alrededor de 5.000 átomos de C
Almidón	entre 300 y 10.000 átomos de C
Celulosa	alrededor de 20.000 átomos de C.

Según el número de electrones que un átomo de carbono comparta con otro (bien sea de carbono o de otro elemento), al enlace lo llamaremos simple, doble o triple.

a) El enlace simple:

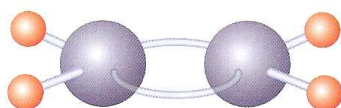
En ese caso el átomo de carbono participa en cuatro uniones o enlaces diferentes. Por lo tanto, en cada uno de esos enlaces comparte un electrón suyo y otro del otro átomo con el que se une. De esa forma alcanza la configuración estable dictada por la regla del octeto. Las cuatro uniones están dirigidas hacia los cuatro vértices de un tetraedro imaginario cuyo centro estuviese ocupado por el átomo de carbono.



geometría tetraédrica del metano

b) El enlace doble:

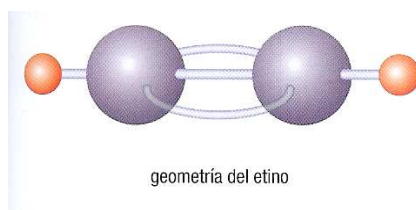
El átomo de carbono puede unirse a otro compartiendo dos electrones. En este caso la estructura del enlace es plana formando ángulos de 120° unos enlaces con otros.



geometría del eteno

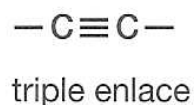
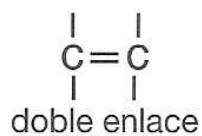
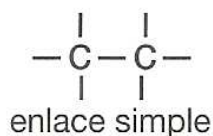
c) El enlace triple:

El átomo de carbono puede unirse a otro compartiendo tres electrones. En este caso los enlaces forman un ángulo de 180°, en línea.

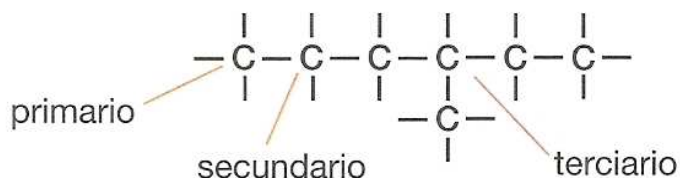


geometría del etino

Para evitar los inconvenientes que supone el representar formas moleculares en zig-zag y con ángulos de enlace determinados se recurre a una representación en el plano tal y como sigue:



Si un átomo de carbono solamente está unido a otro átomo de carbono se le denomina primario; si está unido a dos, secundario; si lo está a tres, terciario, y si a cuatro, cuaternario.



Fórmulas de los compuestos del carbono

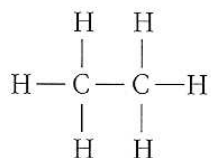
Las fórmulas de los compuestos del carbono se pueden escribir de varias formas que se diferencian en la información que de ellas se puede obtener.

Fórmula molecular. Nos indica el número total de átomos de cada elemento que participa en la molécula.

Por ejemplo: C₂H₆

Fórmula estructural desarrollada. Nos informa no sólo de los átomos que componen la molécula sino además de cómo están unidos entre sí.

Por ejemplo:

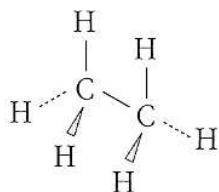


Fórmula estructural semidesarrollada. Igual a la anterior, pero sólo se indican algunos de los enlaces, generalmente los que existen entre los carbonos. Es la más utilizada porque es más simple que la estructural y proporciona prácticamente la misma información.

Por ejemplo: $\text{CH}_3\text{-CH}_3$

Fórmula espacial. Representa la dirección espacial de los enlaces. Para dibujar las moléculas se parte del átomo de carbono y se representan con trazos continuos los enlaces que están sobre el plano del papel, con trazo triangular, los enlaces dirigidos hacia adelante y con trazo discontinuo, los que van hacia atrás.

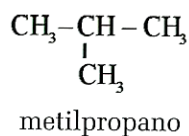
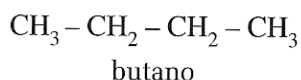
Por ejemplo:



Isomería

En la química del carbono es frecuente que una misma fórmula molecular pueda representar a varias sustancias diferentes. Se debe a que aunque cada molécula contenga el mismo número de átomos de cada elemento, éstos se unen entre sí de manera diferente. Se llaman **isómeros** a sustancias diferentes, y por tanto, con propiedades características distintas, pero que tienen la misma fórmula molecular. Las sustancias isómeras tienen la misma fórmula molecular y diferente fórmula estructural.

Podemos referirnos a dos hidrocarburos saturados, sustancias cuyas moléculas están formadas sólo por átomos de carbono e hidrógeno, cuya fórmula molecular es la misma, C_4H_{10} , pero que tienen distinta estructura, como son el butano y el metilpropano.



A1.- Dibuja las moléculas de los hidrocarburos que posean cinco átomos de carbono unidos por enlaces simples y cuya fórmula molecular sea C_5H_{12} .

Grupos funcionales y series homólogas

A pesar de la enorme cantidad de compuestos orgánicos que existen, muchos de ellos tienen propiedades químicas prácticamente iguales. Esto se debe a que algunos de los átomos que constituyen la molécula están dispuestos de igual forma; estos grupos de átomos se llaman grupos funcionales.

Un grupo funcional es un átomo o un grupo de átomos que se unen de una manera característica y que determinan las propiedades del compuesto en el que están presentes.

Por ejemplo, el grupo -OH es el grupo alcohol y los compuestos que lo contienen se comportan químicamente de forma muy similar. Lo mismo sucede con el grupo carboxilo, -COOH, de los ácidos orgánicos.

Función	Grupo funcional
Hidrocarburo saturado	$\begin{array}{c} | \quad | \\ -C - C- \\ | \quad | \end{array}$
Hidrocarburo etilénico	$\begin{array}{c} | \quad | \\ C = C \\ | \quad | \end{array}$
Hidrocarburo acetilénico	$-C \equiv C-$
Alcohol	-OH
Aldehído	$\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ H \end{array}$
Cetona	-CO-
Ácido	$\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ OH \end{array}$
Éter	-O-
Amina	-NH ₂
Nitrilo	-CN
Derivados halogenados	-X (X es el halógeno)

Los compuestos que tienen el mismo grupo funcional, pero que se diferencian en que va aumentando el número de grupos $-CH_2-$ (llamados metilenos), constituyen una serie homóloga.

La serie homóloga es un grupo de compuestos que se diferencian en el número de grupos metileno ($-CH_2-$) que contiene.

La progresiva introducción de grupos metileno en los miembros de una serie homóloga produce una suave variación de las propiedades que corresponden al grupo funcional.

Ideas básicas de nomenclatura en química orgánica

1.- Hay que localizar la cadena principal (una cadena es una sucesión de carbonos que une dos extremos de la misma), que es la que determina el prefijo del nombre del compuesto orgánico. Para identificar la cadena principal, esta debe cumplir las siguientes condiciones:

- Incluye al grupo funcional prioritario.
- Si hay varias cadenas que cumplen la condición anterior, se elige aquella que sea la más larga y tenga mayor número de grupos menos prioritarios (sustituyentes), siguiendo el orden en el que aparecen en la tabla siguiente.

- Se numera la cadena principal de forma que el número más bajo corresponda al grupo principal, y en su segundo término, a los sustituyentes menos prioritarios,

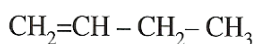
2.- Los grupos funcionales no prioritarios, incluidas las cadenas laterales hidrocarbonadas, se nombran como sustituyentes. Se añade el nombre del sustituyente antes de designar la cadena principal y, si hay más de uno, se ordenan alfabéticamente.

3.- Las cadenas de carbonos se nombran con un prefijo que indica el número de átomos de carbono que la forman. La tabla adjunta recoge los prefijos utilizados para las cadenas con menor número de átomos de carbono:

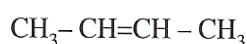
Prefijo	Nº átomos de C	Prefijo	Nº átomos de C
met	1	hex	6
et	2	hept	7
prop	3	oct	8
but	4	non	9
pen	5	dec	10

4.- A este prefijo se le agrega una terminación que indica el grupo funcional que posee la molécula, o sea, el tipo de sustancia. Por ejemplo, para los hidrocarburos que sólo posean enlaces simples, los hidrocarburos saturados, se utiliza la terminación **-ano**. Si tienen enlaces dobles o triples, hidrocarburos insaturados, se usan las terminaciones **-eno** o **-ino**, respectivamente. Con los alcoholes, la terminación **-ol**.

5.- Se utilizan números (**localizadores**) para indicar la posición de un grupo funcional en la cadena o, cuando está ramificada, para indicar en qué lugar van unidos los radicales alquílicos. Podemos ver algunos ejemplos:



1-buteno

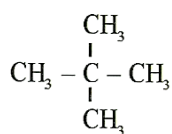


2-buteno

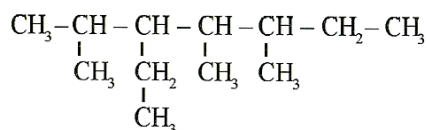
6.- Los números se separan entre sí con comas y de la parte literal con guiones. Preceden inmediatamente al grupo sustituyente o función del que indican la posición.

7.- Cuando existen varios sustituyentes iguales, se indica por medio de los prefijos numerales di-, tri-, tetra-, separados por comas, y colocando entre el número y el nombre un

guión. No se tienen en cuenta los prefijos en el orden alfabético de colocación.




dimetilpropano



3-etil-2,4,5-trimetilheptano

8.- Orden de prioridad de los distintos grupos funcionales

ORDEN DE PRIORIDAD DE GRUPOS FUNCIONALES	GRUPO FUNCIONAL	TÉRMINO O DESINENCIA DE LA FUNCIÓN PRINCIPAL	EJEMPLO	TÉRMINO PARA EL SUSTITUYENTE
Ácidos carboxílicos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	ácido + -oico	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ácido propanoico	carboxi-
Ésteres	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{R}' \end{array}$	R-ato de R'-ilo	$\text{CH}_3-\text{COOCH}_3$ etanoato de metilo	-iloxicarbonil-
Amidas	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \end{array}$	-amida	$\text{CH}_3-\text{CONH}_2$ etanoamida	carbamoil-
Nitrilos	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$	-nitrilo o cianuro de -ilo	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N}$ etanonitrilo o cianuro de metilo	ciano-
Aldehídos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	-al	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{array}{l} // \\ \text{O} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$ etanal	formil-
Cetonas	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{R}' \end{array}$	-ona	$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ propanona	oxo-
Alcoholes	$\text{R}-\text{OH}$	-ol	$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ etanol	hidroxi-
Hidrocarburos aromáticos		benceno	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ metilbenceno	-fenil
Aminas	$\text{R}-\text{NH}_2$	-amina	CH_3-NH_2 1-metilamina	amino-
Éteres	$-\text{O}-$	-éter u -oxi-	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ etilmetiléter o etoximetano	-iloxi
Alquenos	$\begin{array}{c} | \quad | \\ \text{C}=\text{C} \\ | \quad | \end{array}$	-eno	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ eteno	-enilo
Alquinos	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	-ino	$\text{CH}\equiv\text{CH}$ etino o acetileno	-inilo-
Alcanos	$\text{R}-\text{CH}_2-\text{R}'$	-ano	CH_3-CH_3 etano	-il/-ilo
Derivados halogenados	$\text{R}-\text{X}$ (X: F, Cl, Br, I)	haluro de -ilo o halógeno-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Cl}$ cloruro de etilo	halógeno-
Nitroderivados	$-\text{NO}_2$	nitro-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ nitroetano	nitro-

En Química Orgánica a cada compuesto se le solía dar un nombre que generalmente hacía referencia a su procedencia, como, por ejemplo, geraniol, ácido fórmico o ácido láctico. Sin embargo, debido al enorme número de compuestos de carbono, se vio la necesidad de nombrarlos de forma sistemática. La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada ha ido modificando con el tiempo las normas para la nomenclatura de los compuestos orgánicos.

En 1993, la IUPAC estableció la norma de indicar la localización del grupo funcional antes de la partícula que lo nombra (pent-2-eno). Pero todavía hay mucha bibliografía que utiliza la norma anterior, de 1979, según la cual el número de la función principal se indica antes del nombre de la cadena (2-penteno).

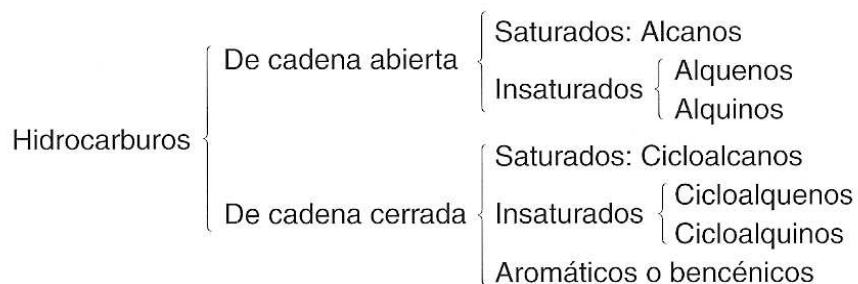
Algunos ejemplos de la nomenclatura de 1993 serían lo siguientes.

Fórmula	Nomenclatura de 1979	Nomenclatura de 1993
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$	1-buteno	but-1-eno
$\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH=CH}_2$	3-metil-1-buteno	3-metilbut-1-eno
$\text{CH}_2\text{=CH-CH=CH}_2$	1,3-butadieno	buta-1,3-dieno
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$	1-butanol	butan-1-ol
$\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$	3-buten-1-ol	but-3-en-1-ol
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{OH}$	1,2-butanodiol	butano-1,2-diol
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-CH}_3$	2-butanamina	butan-2-amina

Hidrocarburos

Son los compuestos del carbono cuyas moléculas están constituidas solamente por átomos de carbono e hidrógeno. Pueden ser de varios tipos según que presenten enlaces simples, dobles o triples o que la cadena sea abierta o cerrada.

Los hidrocarburos se pueden clasificar de la siguiente forma:



Hidrocarburos saturados, alcanos o parafinas

En estos compuestos sólo existen enlaces sencillos entre los átomos de carbono. Pueden formar cadenas abiertas, lineales o ramificadas, o cerradas. En este último caso se les llama cicloalcanos.

Los alcanos, cuya fórmula general es C_nH_{2n+2} , se nombran utilizando prefijos griegos, que indican el número de átomos de carbono que forman la molécula, con excepción de los cuatro primeros de la serie homóloga, que reciben nombres especiales. Se usa la terminación “-ano”, y si es cíclico, se le coloca el prefijo “ciclo-“. Se debe buscar la cadena lineal más larga posible y se numeran los átomos de carbono para indicar posibles ramificaciones. Se escoge el extremo de la cadena de forma que los números correspondientes a la ramificación sean los más bajos posibles.

CH_4	Metano
$CH_3)CH_3$	Etano
$CH_3)CH_2)CH_3$	Propano
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	Butano

A partir de cinco carbonos se utilizan prefijos griegos:

C_5H_{12}	pentano	C_8H_{18}	octano
C_6H_{14}	hexano	C_9H_{20}	nonano
C_7H_{16}	heptano	$C_{10}H_{22}$	decano

C11	undec
C12	dodec
C13	tridec
C14	tetradec
C15	pentadec

C20	eicos
C21	heneicos
C22	docos
C23	tricos
C30	triacont

C31	hentriacont
C32	dotriacont
C33	tritriacont
C40	tetracont

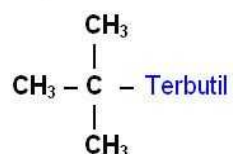
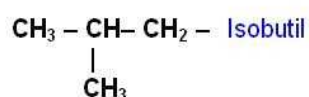
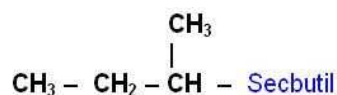
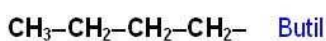
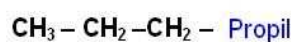
Las posibilidades de isomería de cadena de los alcanos es muy llamativa. El hexano sólo tiene 5 isómeros; el octano ya tiene 18 isómeros y el decano alcanza los 75 isómeros. El eicosano ($C_{20}H_{42}$) ya tiene más de 365.000 y los que teóricamente podría tener el triacontano ($C_{30}H_{62}$) superarían los cuatro mil millones.

Para nombrar los alcanos ramificados tenemos que definir nombrar primero los radicales alquílicos:

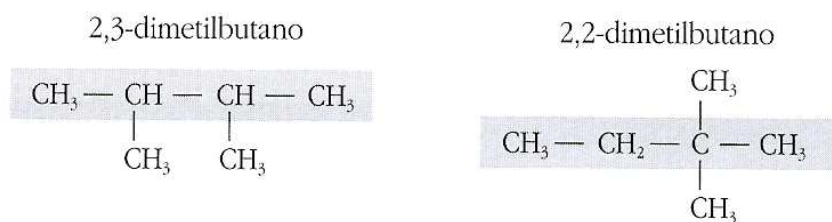
Un radical es un grupo de átomos que procede de un hidrocarburo que ha perdido un átomo de hidrógeno. Los radicales que proceden de los alcanos sustituyen la terminación “-ano” por *-ilo* o *-il*.

hidrocarburo		radical	
CH_4	metano	CH_3-	metilo o metil
CH_3-CH_3	etano	CH_3-CH_2-	etilo o etil

Los radicales más habituales con pocos carbonos son:



Ahora podemos nombrar los hidrocarburos ramificados



Para nombrar estos compuestos tendremos en cuenta las siguientes reglas:

1° Se elige como cadena principal aquella que contiene el mayor número de átomos de carbono.

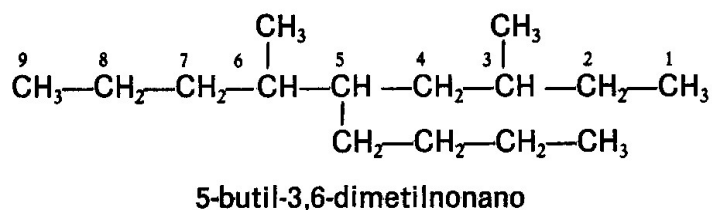
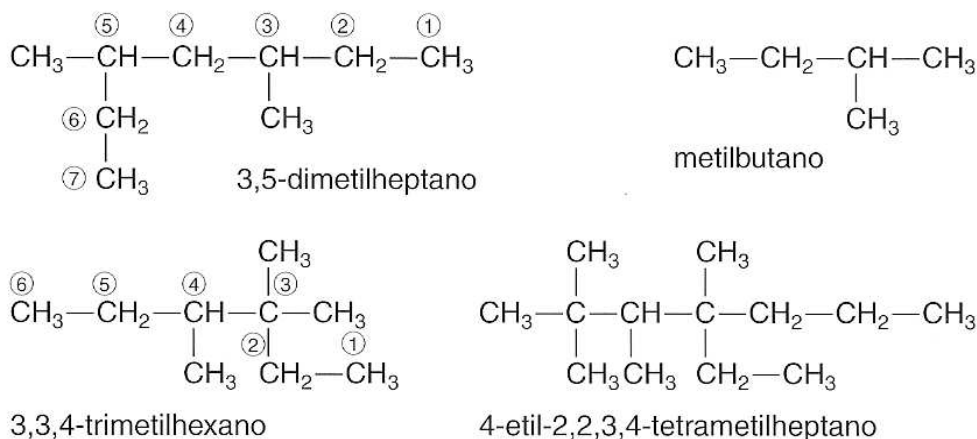
2° La cadena principal se numera de manera que los números más bajos corresponden a los carbonos que tengan ramificación.

3° Las ramificaciones (radicales) se nombran como el hidrocarburo del que proceden, añadiendo la terminación *-il*.

4° La cadena principal es la última en nombrarse; primero se nombran los radicales por orden alfabético precedidos por un número que indica en qué posición de la cadena principal se encuentra el radical. Los números y las letras se separan con guiones; los números se separan con comas.

5° Si alguno de los radicales está repetido, se pueden utilizar los prefijos *di-* (dos), *tri-* (tres) o *tetra-* (cuatro). Cuando en un hidrocarburo aparecen varios radicales diferentes, formando cadenas ramificadas, los nombres de dichos radicales se suelen dar por orden alfabético.

Veamos algunos ejemplos:



· Las **gasolinas**: mezclas de hidrocarburos de 7 a 9 átomos de carbono. El 2,2,4)trimetilpentano es la gasolina de 100 octanos.

Otras mezclas de alcanos usadas como combustibles son: las parafinas (velas), el gasoil y el queroseno.

Hidrocarburos insaturados

Los **alquenos** u **olefinas** son aquellos hidrocarburos que presentan enlaces dobles entre átomos de carbono. Su fórmula general es C_nH_{2n} y se sustituye la terminación “-ano” de los alcanos por “-eno”.

Los **alquinos** son hidrocarburos con algún enlace triple entre los átomos de carbono. En estos compuestos, cuya fórmula general es C_nH_{2n-2} , se sustituye la terminación “-ano” por “-ino”.

En estos casos se numera la cadena más larga que contenga el doble o el triple enlace, de forma que estos tengan la numeración más baja.

$CH_2 = CH_2$	eteno (etileno)
$CH_2 = CH - CH_3$	propeno (propileno)
$CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$	1-buteno
$CH_3 - CH = CH - CH_3$	2-buteno
$CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$	1-penteno
$CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$	2-penteno
$CH_2 = CH -$	radical etenilo (vinilo)
$CH \equiv CH$	etino (acetileno)
$CH \equiv CH - CH_3$	propino
$CH \equiv C - CH_2 - CH_3$	1-butino
$CH_3 - C \equiv C - CH_3$	2-butino
$CH \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_3$	1-pentino
$CH_3 - C \equiv C - CH_2 - CH_3$	2-pentino
$CH \equiv C -$	radical etinilo

En estos hidrocarburos hay uno o más enlaces dobles. Para nombrarlos seguiremos las siguientes reglas:

1° Se elige como cadena principal la más larga que contiene al doble enlace. A partir de ella se nombra el hidrocarburo, cambiando la terminación “-ano” (de alcano) por “-eno” (de alqueno).

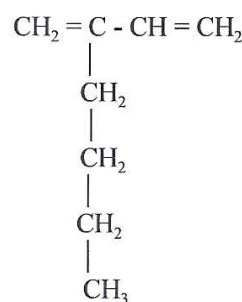
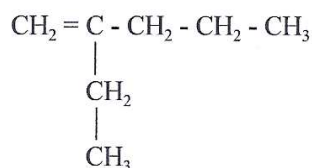
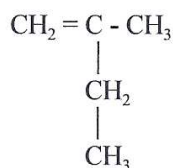
2° Se numera la cadena empezando por el extremo que asigne numeración más baja al doble enlace. El localizador del doble enlace es el número asignado al primero de los carbonos del doble enlace.

3° Si existiera alguna ramificación, esa se nombra como ya hemos visto anteriormente para los alcanos.

4° Si el doble enlace tiene el mismo número empezando a numerar la cadena principal por cualquiera de sus extremos, las ramificaciones indican por qué extremo debemos empezar a numerar.

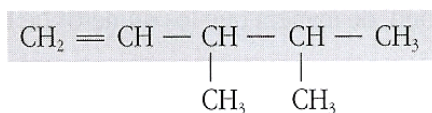
5° Si hay más de un doble enlace, se emplean las terminaciones “-dieno” (dos dobles enlaces) o “-trieno” (tres dobles enlaces) precedidas por el prefijo correspondiente seguido de una “-a”-.

A4.- Indica la cadena principal en los siguientes hidrocarburos:

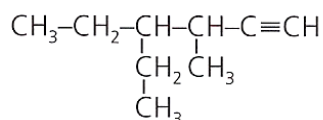
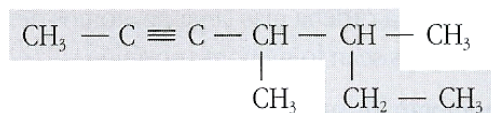


Por ejemplo:

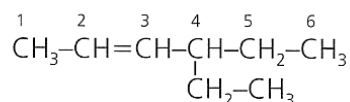
3,4-dimetil-1-penteno



4,5-dimetil-2-heptino

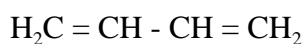


4-etil-3-metil-1-hexino



4-etil-2-hexeno (y no el 3-etil-4-hexeno).

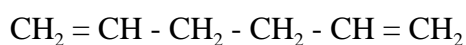
Si hay varias insaturaciones:



1,3-butadieno



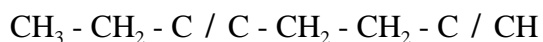
1,3-butadiino



1,5-hexadieno



1,3,6-heptatrieno



1,5-octadiino

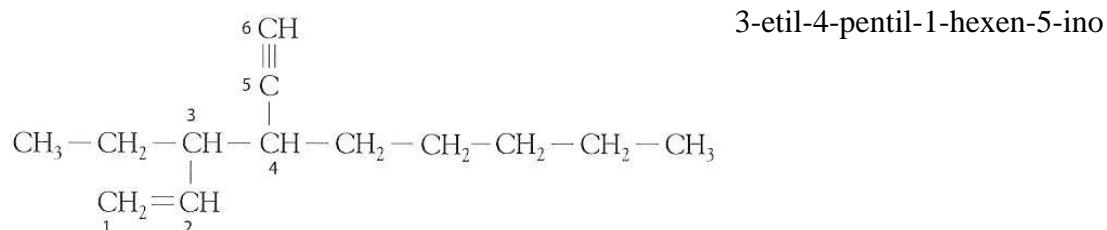
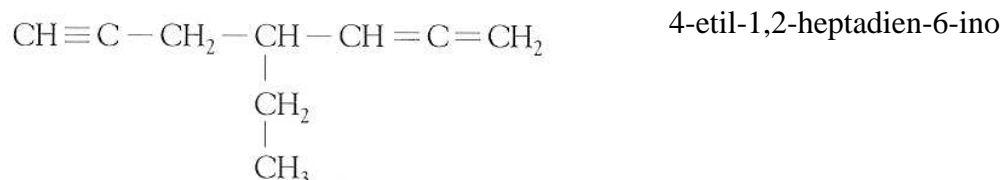
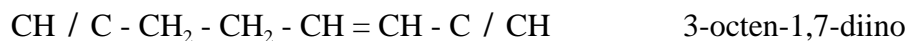
Si en la misma molécula hay dobles y triples enlaces, tendremos en cuenta la siguientes reglas:

1º) La cadena principal es la que tiene un mayor número de insaturaciones (sean dobles o triples enlaces). A igualdad de insaturaciones, la principal será la de mayor número de átomos de carbono.

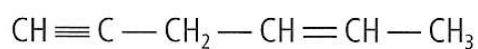
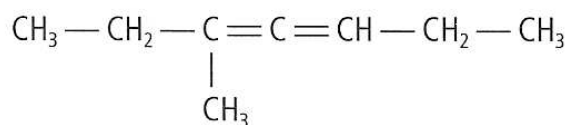
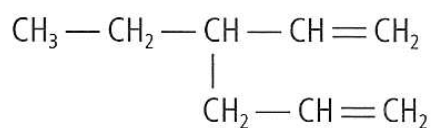
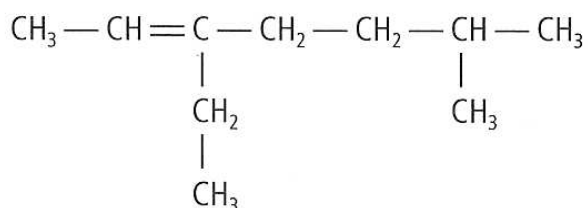
2º) Cuando el número de átomos de carbono coincide, se elige la cadena que tiene el mayor número de dobles enlaces. Por último, la principal será la mas ramificada.

3º) La raíz del hidrocarburo se acompaña con la terminación “en” y el sufijo “ino” se añade a continuación.

Por ejemplo:



A5.- Nombra los siguientes hidrocarburos insaturados:



Solución:

3-etil-6-metil-2-hepteno

3-metil-3,4-heptadieno

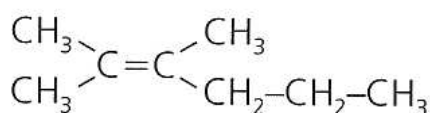
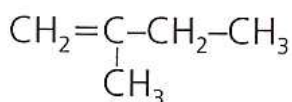
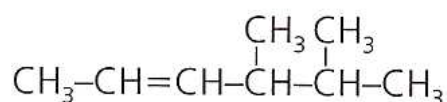
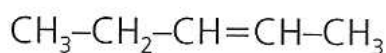
3-etil-1,5-hexadieno

4-hexen-1-ino

A6.- Escribe la fórmula de los siguientes hidrocarburos insaturados:

- a) 4,5-dimetil-1-hepteno
- b) 1-pentino
- c) 3-propil-1,5-heptadiino
- d) 1-buten-3-ino
- e) 4-metil-2-hexeno
- f) 2,3-dimetil-3-octeno
- g) 1,4-pentadiino
- h) 5-metil-4-hepten-2-ino

A7.- Nombra los siguientes compuestos:



Solución:

2-pentino

2-metil-1-buteno

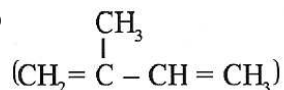
4,5-dimetil-2-hexeno

2,3-dimetil-2-hexeno

Compuestos de interés

· El **eteno** o **etileno** ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$): es un gas incoloro de olor agradable. Se emplea como anestésico mezclado con oxígeno, para acelerar o acabar la maduración de frutos y vegetales, para preparar plásticos por polimerización y como materia prima para la obtención de muchos productos de interés.

· El **metil-1,3-butadieno** o **isopreno**



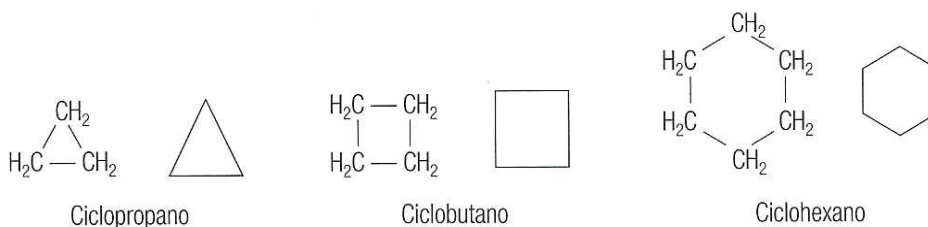
forma polímeros de interés industrial (caucho natural). El caucho natural, usado para las cubiertas de las ruedas de los automóviles, es un polímero del isopreno.

· El **acetileno** o **etino** ($\text{CH} \equiv \text{CH}$) es el más importante. Es un gas incoloro y tóxico. Arde con llama muy viva por lo que ha sido utilizado en iluminación (lámparas de carburo). Se emplea en soldadura mezclado con oxígeno (soplete oxiacetilénico, se alcanzan temperaturas de más de 3000°C) y como materia prima para la síntesis de numerosas sustancias como, por ejemplo, las fibras acrílicas (mediante procesos de polimerización).

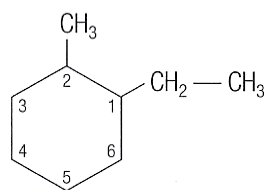
Hidrocarburos cíclicos

Son hidrocarburos de cadena cerrada. Consideraremos únicamente los monocíclicos, es decir, los hidrocarburos de un sólo ciclo.

Los hidrocarburos saturados que contiene un único ciclo (con o sin ramificaciones) tienen la fórmula general C_nH_{2n} . Se nombran anteponiendo el prefijo “**ciclo-**” al nombre del alcano de cadena abierta de igual número de átomos de carbono.

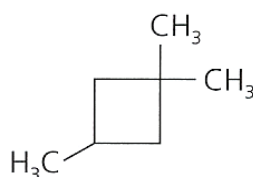


Los ciclo alcanos sustituidos (que tienen radicales unidos al ciclo) se nombran como derivados de los hidrocarburos cíclicos. El ciclo se numera de manera que se asignen los localizadores más bajos al conjunto de los radicales.



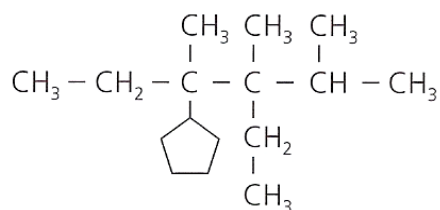
1-etil-2-metilciclo-hexano

El compuesto:



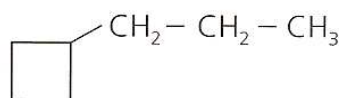
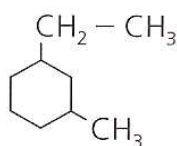
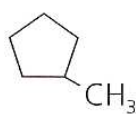
se denomina 1,1,3-trimetilciclobutano.

Un ciclo también puede ser considerado como un sustituyente en el caso de cadenas con otras ramificaciones. En este caso se utiliza el prefijo “**ciclo-**” y el sufijo “**-ilo**” para designar al sustituyente cíclico. Así, el hidrocarburo:



se denomina 4-ciclopentil-3-etil-2,3,4-trimetilhexano. La cadena principal es el hexano y no el ciclopentano.

A8.- Nombra los siguientes compuestos:



Solución:

metilciclopentano

1-etil-3-metilciclohexano

propilciclobutano

ciclopropano

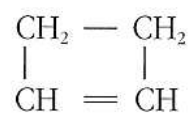
A9.- Formula los siguientes compuestos:

- butilciclopentano
- 1,1,2-trimetilciclobutano
- 4-ciclohexil-5-propil-2,3-dimetildecano
- 1,1-dipropilcicloheptano
- 1-butyl-2-etil-3-metilciclobutano
- 1,1-dietil-2,3-dimetilciclopentano
- 2,4-dietil-1-metilcicloheptano

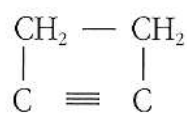
Los cicloalquenos y los cicloalquinos se nombran anteponiendo el prefijo “*ciclo-*” al nombre del hidrocarburo y la terminación “*-eno*” o “*-ino*”.

El ciclo se numera de tal forma que se asignen los localizadores más bajos a las insaturaciones, sean dobles o triples enlaces. En caso de igualdad, debe optarse por la numeración que asigne números más bajos a los dobles enlaces:

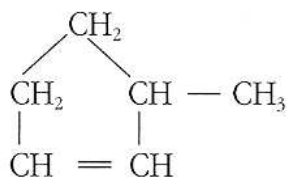
Ciclobuteno



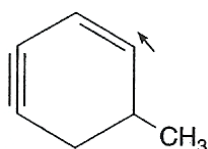
Ciclobutino



3-metilciclopenteno

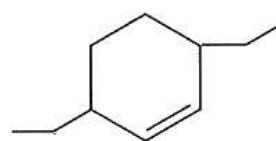
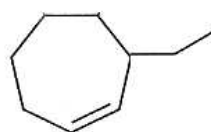
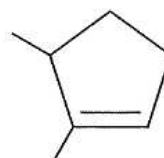
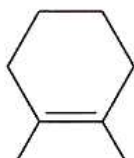


Tiene prioridad el doble enlace sobre el triple:



6-metil-1-ciclohexen-3-ino

A10.- Nombrar los compuestos:



Solución:

1,2-dimetilciclohexeno
3-etilciclohepteno

2,3-dimetilciclopenteno
3,6-dietilciclohexeno

A11.- Formular los siguientes compuestos:

- ciclononino
- 3,4-dimetilciclohepteno

- c) ciclobuteno
- d) 4-butil-1-octeno
- e) ciclohexino
- f) 1,3-ciclopentadieno

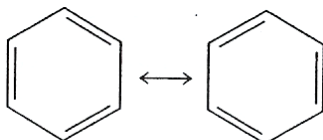
A12.- El compuesto de fórmula molecular C_5H_{10} es un hidrocarburo saturado cíclico. Formula y nombra todos los isómeros posibles.

El ciclopropano es un buen anestésico general debido a su poca toxicidad; el mayor inconveniente que tiene su uso en los modernos quirófanos es alta inflamabilidad y su propiedad explosiva debido a la inestabilidad de la molécula.

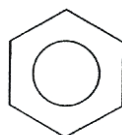
Hidrocarburos aromáticos

Los hidrocarburos aromáticos son el benceno y sus derivados.

El benceno responde a la fórmula general C_6H_6 , con tres dobles enlaces que pertenecen por igual a los seis átomos de carbono. Se pueden escribir varias estructuras para el benceno, de las cuales las más importantes son:



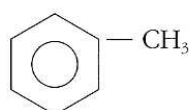
Abreviadamente, estas estructuras se escriben con un círculo dentro de un hexágono. En él, el círculo sugiere que los seis electrones de los tres dobles enlaces pertenecen por igual a todos los carbonos del hexágono, y cada vértice representa un átomo de carbono unido a un átomo de hidrógeno.



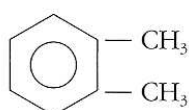
El benceno fue aislado por primera vez en 1825 por Faraday. Es muy utilizado como materia básica en la industria química: insecticidas, colorantes, plásticos, etc.

La distancia entre dos carbonos en el benceno es intermedia entre la distancia entre carbonos de los alcanos (1,54 Å) y la de los alquenos (1,33 Å).

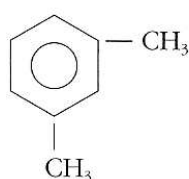
Los derivados del benceno se nombran señalando las posiciones de los sustituyentes mediante números o prefijos; a continuación se nombran los sustituyentes seguidos de la palabra **benceno** y se indica la posición que ocupan. Cuando hay un único sustituyente, no se indica el carbono en el que se encuentra sustituido, ya que todos los carbonos son equivalentes entre sí.



Metilbenceno
(tolueno)



1,2-dimetilbenceno
(ortodimetilbenceno)

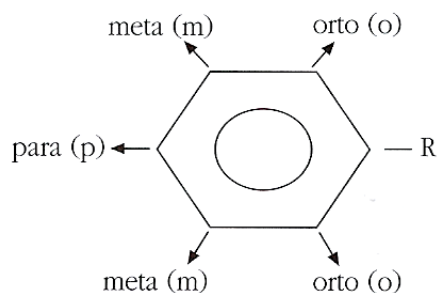


1,3-dimetilbenceno
(metadimetilbenceno)

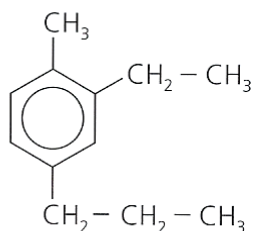


1,4-dimetilbenceno
(paradimetilbenceno)

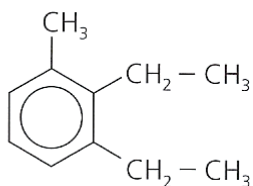
Así pues, las diferentes posiciones posibles de un segundo sustituyente, respecto del primer radical del benceno, son:



Si el número de sustituyentes es de tres o más, los carbonos del anillo se deben numerar procurando que los números que corresponden a los sustituyentes sean los menores posibles:

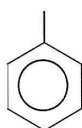


2-etil-1-metil-4-propilbenceno

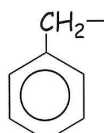


1,2-dietil-3-metilbenceno

Los radicales aromáticos más habituales son los derivados del benceno y del tolueno:



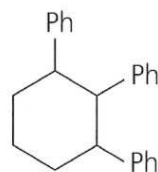
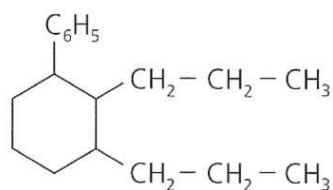
fenilo



bencilo

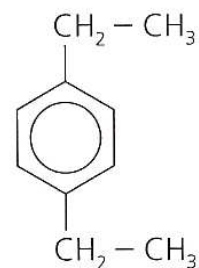
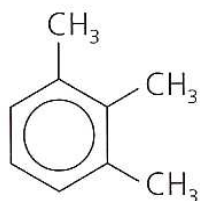
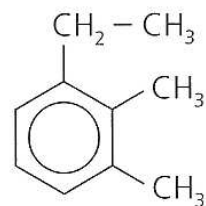
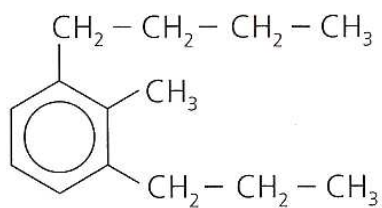
Si en un compuesto el benceno es considerado como un sustituyente de una cadena más complicada, se denomina **fenilo** (C_6H_5-). Muchas veces se simplifica de la forma **-Ph**.

Así, los compuestos:



se denominan 1-fenil-2,3-dipropilciclohexano y 1,2,3-trifenilciclohexano.

A13.- Nombrar los compuestos:



Solución:

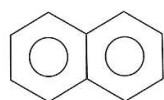
1-butil-3-etil-2-metilbenceno
1,2,3-trimetilbenceno

1-etil-2,3-dimetilbenceno
1,4-dietilbenceno

A14.- Formular los compuestos:

- Etilbenceno
- o-dimetilbenceno
- 1-butil-3-etil-2-propilbenceno
- m-etilmetilbenceno
- p-dipropilbenceno
- 1-fenil-2,3-dimetilciclopentano
- trifenilmetano
- 1-etil-2,3-dimetilbenceno
- 2-fenil-1,3-butadieno

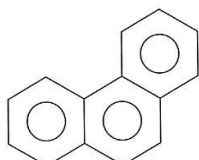
Otros derivados del benceno son:



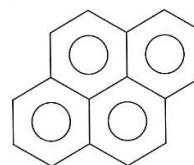
Naftaleno



Antraceno



Fenantreno



Pireno

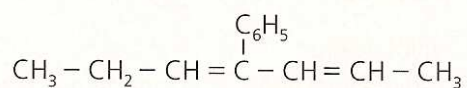
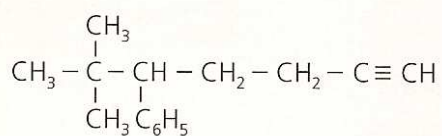
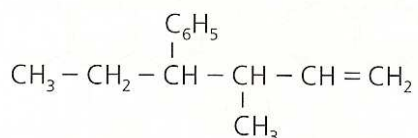
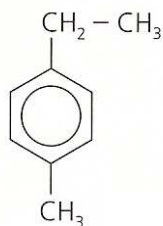


Pentaceno



Hexaceno

A15.- Nombrar los compuestos siguientes:



Solución:

etilmetilbenceno (p-etiltolueno)
5-fenil-6,6-dimetil-1-heptino

4-fenil-3-metil-1-hexeno
4-fenil-2,4-heptadieno

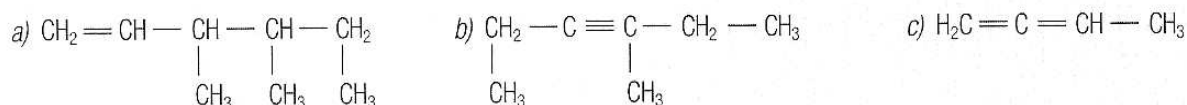
Ejercicios de hidrocarburos

A16.- Escribe el nombre y fórmulas semidesarrolladas de cuatro de los hidrocarburos saturados con seis átomos de carbono.

A17.- Formular los siguientes compuestos:

- a) 2,2-dimetilpentano d) 2,2,5,5-tetrametil-3-hexeno
b) 3-etil-2-metilpentano e) butilbenceno
c) 3-etil-2,5-dimetilhexano

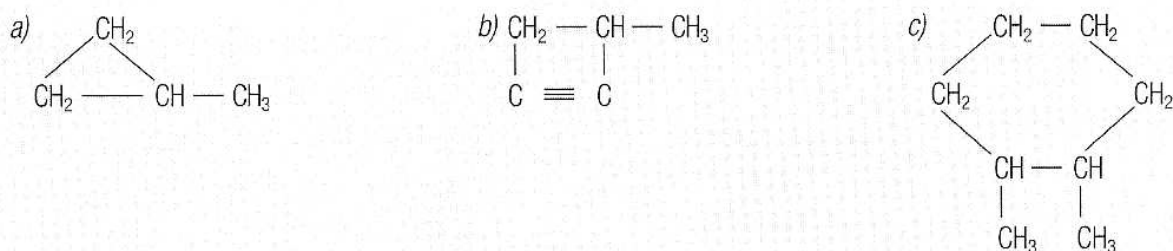
A18.- Formular los siguientes compuestos:



A19.- Escribe la fórmula de los siguientes compuestos:

- a) 4,5-dimetil-1-hexeno d) 3-propilciclohexeno
b) 2-metil-1,4-pentadieno e) 1,3,5-trimetil-4-propilbenceno
c) 4-etil-3-metilheptano

A20.- Nombrar los siguientes compuestos:



A21.- Nombrar los siguientes compuestos:

- a) $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \underset{\text{CH}_2}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}} - \text{CH}_3$
b) $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{CH}$
c) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$
d) $(\text{CH}_3)_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$
e) $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$

Derivados halogenados

Los derivados halogenados resultan de sustituir uno o más hidrógenos de un hidrocarburo por uno o varios halógenos. Nunca se consideran como la función principal y se nombran por orden alfabético seguidos del nombre del hidrocarburo correspondiente. La posición de los halógenos se indica con el localizador que corresponda. Si aparece el mismo halógeno repetido, se utilizan los prefijos di, tri, tetra, etc.

CH_3Cl	clorometano
CH_2Cl_2	diclorometano
CHCl_3	triclorometano (cloroformo)
CCl_4	tetraclorometano (tetracloruro de carbono)
$\text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CHF}_2$	2-bromo-1,1-difluoropropano

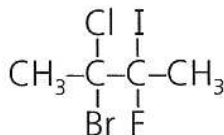
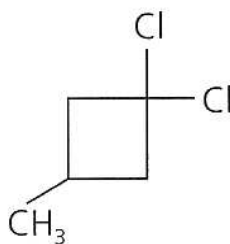
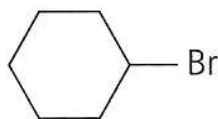
A23.- Formular los siguientes compuestos:

- 1,2-difluoro-3-yodobutano
- clorobenceno
- 3-cloro-1-penteno
- 1-bromo-3-yodobenceno
- 1,4-dibromo-3-etilheptano
- 1-butil-2,4-diclorobenceno
- 1,1,2-tribromociclopropano
- 1,2,3-tricloro-4,4,5-trimetil-2-hexeno

A24.- Formula y nombra todos los isómeros del diclorobutano

A25.- Un derivado del benceno tiene la fórmula $\text{C}_6\text{H}_4\text{BrCl}$. Formula y nombra todos sus isómeros posibles.

A26.- Nombrar los siguientes compuestos:



Solución:

bromociclohexano

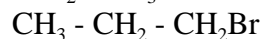
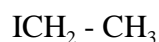
2-bromo-2-cloro-3-fluoro-3-yodobutano

1,1-dicloro-3-metilciclobutano

1,1,2,4,5-pentacloropentano

En algunos casos, los derivados halogenados también se pueden nombrar como halogenuros de alquilo.

Así, por ejemplo:



yodoetano o también yoduro de etilo

1-bromopropano o bromuro de propilo

Compuestos de interés

Las aplicaciones de estos compuestos son numerosas:

- Disolventes de grasas. Se usan para la “limpieza en seco”, o para extraer perfumes o drogas como la quinina, nicotina o cafeína. Algunos de los más utilizados son el diclorometano y el tetraclorometano (tetracloruro de carbono).
- Insecticidas como el 1,2,3,4,5,6-hexaclorohexano (lindano) o el para-diclorobenceno (polil).
- Extintores como el bromoclorodifluorometano.
- Polímeros como el teflón que se utiliza para recubrir sartenes y otros utensilios de cocina. Se produce por polimerización del tetrafluoroetano.
- Anestésicos como el triclorometano (cloroformo), el cloroetano o el tricloroetano.
- Para la síntesis de muchos otros productos de interés.

Los derivados halogenados que contienen flúor se conocen con el nombre de **freones**. Son compuestos muy inertes y se les utiliza como gases propulsores en los aerosoles, como fluidos de refrigeración en frigoríficos y aparatos de aire acondicionado, como disolventes, anestésicos, líquidos de extintores, etc. Aunque tienen poca reactividad química, se ha descubierto que los freones liberados a la atmósfera, se acumulan en ella y pueden reaccionar con el ozono (O_3). Esta sustancia forma una capa en la atmósfera alta que absorbe los rayos ultravioleta más energéticos, impidiendo que lleguen a la superficie de la Tierra, lo que protege la vida sobre la misma. A la vista de la disminución de la concentración del ozono, sobre todo en las regiones que corresponden a los polos (“*agujeros de la capa de ozono*”), hoy día se tiende a reducir la producción de estas sustancias sobre todo en aerosoles y fluidos de refrigeración.

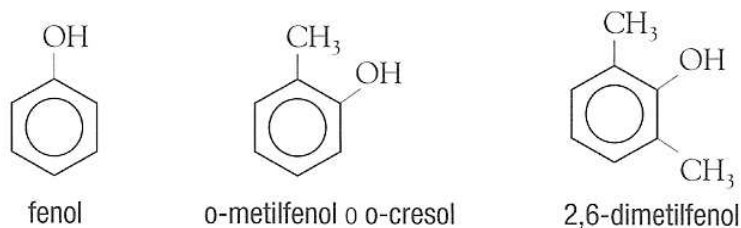
Alcoholes

Los alcoholes resultan de sustituir un hidrógeno de un hidrocarburo por un grupo)OH, obteniéndose el grupo funcional R - OH. Pueden ser primarios, secundarios o terciarios, según que el grupo)OH esté unido a un carbono primario, secundario o terciario, respectivamente.

Los alcoholes se nombran añadiendo la terminación “-ol” al hidrocarburo e indicando, con el localizador más bajo posible, la posición que ocupa el grupo)OH.

CH_3OH	metanol	alcohol metílico
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$	etanol	alcohol etílico
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$	1-propanol	
$\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$	2-propanol	
$\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$	1,2-propanodiol	

Los fenoles resultan de sustituir un hidrógeno de un benceno por un grupo -OH. Si hay otros radicales, el anillo aromático se numera comenzando por el carbono en el que se encuentra el grupo hidroxilo.



El fenol también puede denominarse hidroxibenceno.

Si hay dos grupos sobre el anillo bencénico:

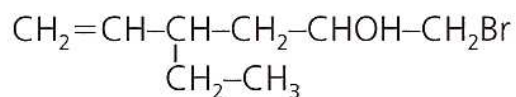
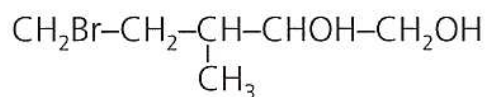
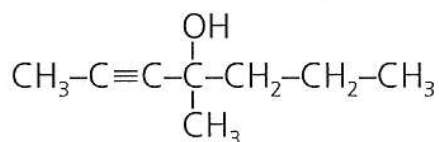
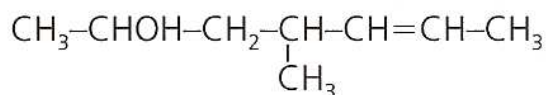


Cuando el grupo OH¹ interviene en un compuesto como un sustituyente, se nombra con el prefijo “**hidroxi-**”. Si la molécula contiene varios grupos OH¹ se recurre a las terminaciones **diol**, **triol**, etc.

A27.- Formula los siguientes compuestos:

- a) 2-butanol
- b) 3-metil-2-pentanol
- c) 2-metil-1-pentanol
- d) 1,2-propanodiol
- e) 1,2,4-butanotriol
- f) 2-etil-4-yodo-1-pentanol
- g) 3-buten-2-ol
- h) 1,5-heptadien-3-ol
- i) 2-etil-4-metil-3-hexen-1-ol
- j) 2-penten-4-in-1-ol
- k) 4-metil-2-penten-1-ol
- l) 2-propenol

A28.- Nombrar los siguientes compuestos:



Solución:

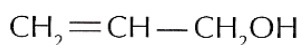
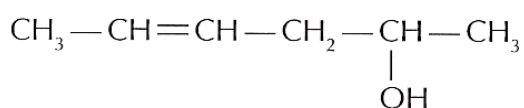
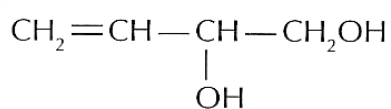
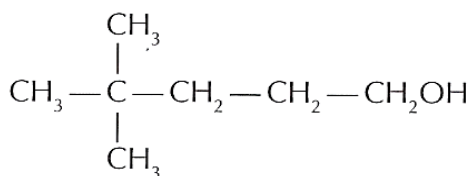
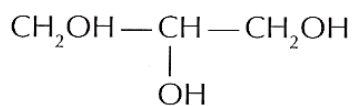
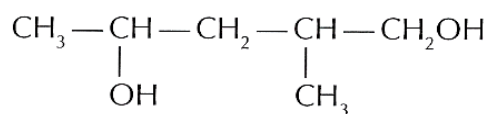
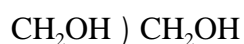
4-metil-5-hepte-2-ol

4-metil-2-heptin-4-ol

5-bromo-3-metil-1,2-pentanodiol

1-bromo-4-etil-5-hexen-2-ol

A29.- Formular los siguientes compuestos:



Solución:

1,2-etanodiol (glicol o etilenglicol)

2-metil-1,2-pentanodiol

1,2,3-propanotriol (glicerina)

4,4-dimetil-1-pentanol

3-buten-1,2-diol

4-hexen-2-ol

2-propen-1-ol

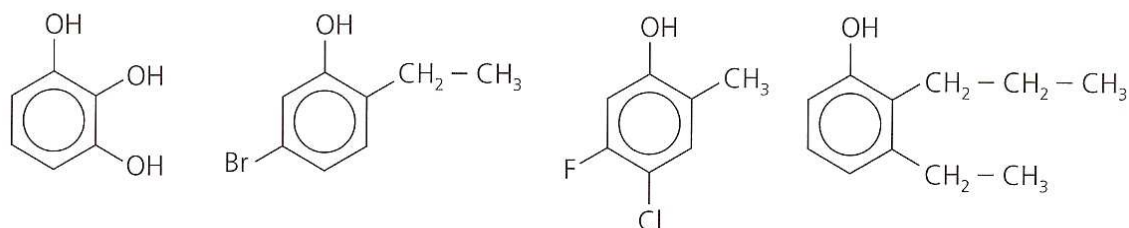
A30.- Formular los siguientes compuestos:

a) 3-etilfenol

b) 2-bromofenol

c) 1,4-bencenodiol (hidroquinona)

A31.- Nombrar los siguientes compuestos:



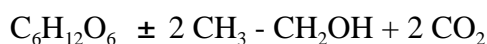
Solución:

1,2,3-bencenotriol 5-bromo-2-etilfenol 4-cloro-5-fluoro-2-metilfenol 3-etil-2-propilfenol

Compuestos de interés

· **Metanol, alcohol metílico o alcohol de madera** (CH_3OH). Se puede obtener destilando madera fuera del contacto del aire. Es muy parecido al etanol, pero muy tóxico, provocando ceguera e incluso la muerte por ingestión o aplicación externa. Se utiliza como disolvente, en la fabricación de barnices y pinturas, como materia prima para la obtención de colorantes, y otras sustancias.

· **Etanol**, ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$), alcohol etílico, alcohol simplemente o alcohol de vino. Se obtiene en la fermentación de los azúcares. La fermentación es una reacción anaerobia catalizada por enzimas (los catalizadores que actúan en las reacciones bioquímicas). En esta reacción, la glucosa y fructosa, contenida en el zumo de la uva o de otras frutas, se transforma en etanol y dióxido de carbono:



La fermentación se detiene por sí misma al alcanzar el vino una graduación de 16 a 18°. Otros vegetales como la patata, el maíz o la caña de azúcar, también pueden producir etanol por fermentación. A partir del almidón o de la sacarosa, mediante hidrólisis, se forma la glucosa o fructosa que después produce el etanol según la reacción anterior.

Es un líquido incoloro de olor agradable, miscible con agua en cualquier proporción. Se emplea como desinfectante, en bebidas alcohólicas, en la preparación de productos químicos y farmacéuticos, en perfumería, mezclado con gasolina como combustible para coches, etc.

En la sangre tenemos siempre un porcentaje de alcohol que oscila entre 0,03 y 0,04 gramos de alcohol en cada litro. Esta cifra aumenta después de tomar bebidas alcohólicas. Hasta 0,5 g/l su presencia no produce perturbaciones graves en el comportamiento del individuo; el comienzo de la intoxicación alcohólica se sitúa alrededor de 1,5 g/l, aunque la intensidad de sus efectos depende del hábito. Para los conductores de vehículos, se considera un grado de alcoholemia positivo a partir de los 0,5 g/l en sangre, o de 0,25 g/l de aire espirado. Para conductores cuyo permiso de conducir tenga una antigüedad inferior a los dos años, la tasa del alcohol en sangre a partir de la que se considera que no se debe conducir se reduce a 0,3 g/l.

· **1,2-etanodiol, glicol o etilenglicol** ($\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2\text{OH}$). Se emplea como disolvente y como anticongelante en los radiadores de los coches.

· **1,2,3-propanotriol** o **glicerina** ($\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$). Su combinación con los ácidos grasos constituye las grasas y aceites. Éstos reaccionan con el hidróxido de sodio (proceso llamado saponificación) produciendo jabones y glicerina. Es una sustancia líquida viscosa, incolora, de sabor dulce y miscible con agua. Se emplea en medicina, para preparar productos cosméticos, como conservador del tabaco y para fabricar algunos plásticos.

· El **fenol** ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$). Es un sólido blanco de olor fuerte y muy venenoso. Muy utilizado para la fabricación de resinas, explosivos, medicamentos y fungicidas, antisépticos y desinfectantes.

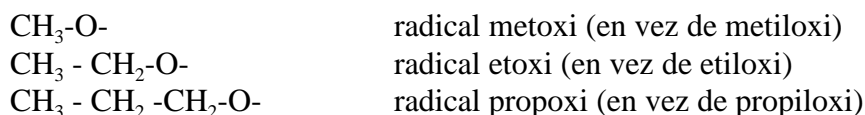
Éteres

Los éteres están formados por un átomo de oxígeno, cuyas valencias se saturan con dos radicales iguales o distintos; de esta manera se obtiene el grupo funcional R - O - R'. Se pueden nombrar de dos modos:

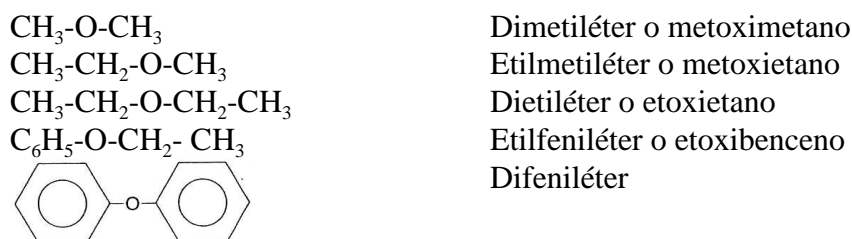
· Nomenclatura radicofuncional. Se añade el sufijo “-éter” a los nombres de los dos radicales que forman la molécula.



· Nomenclatura sustitutiva. Se nombra el radical más sencillo, seguido del término “-oxi” y a continuación el nombre del hidrocarburo del que deriva el radical más complejo. En los radicales más sencillos se permite la contracción que suprime las letras “-il”:



Nombrados de las dos maneras tenemos:

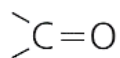


Compuestos de interés

· **Dietiléter** o **éter dietílico** ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$): se utiliza en medicina por sus propiedades anestésicas por su acción sobre el sistema nervioso central. Ya en el siglo XVI se observaron esas propiedades, sin embargo, no se utilizó en cirugía hasta mediados del siglo XIX.

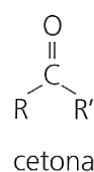
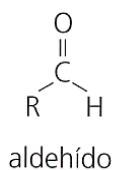
Aldehídos y cetonas

Los aldehídos y las cetonas son compuestos que contienen el **grupo carbonilo**:

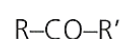
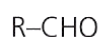


En los aldehídos, el grupo carbonilo está situado en el extremo de la cadena carbonada, mientras que en las cetonas el carbono de este grupo está unido a dos átomos de carbono.

Sus fórmulas generales son:

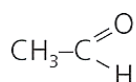


O abreviadamente:

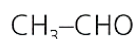


Los aldehídos se nombran sustituyendo la terminación “-o” de los hidrocarburos por “-al” y la cadena se comienza a numerar por el extremo que lleva el grupo carbonilo (>C=O).

Las cetonas se nombran cambiando la terminación “-o” del hidrocarburo por “-ona”, y la posición del grupo carbonilo se indica con un localizador lo más bajo posible.



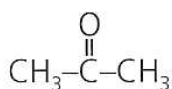
o



etanal (acetaldahido)



propanal



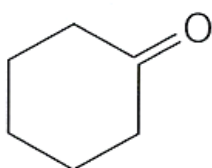
o



propanona (acetona)

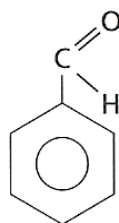


2-pentanona o metilpropilcetona

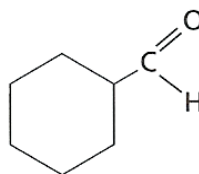


ciclohexanona

Si es el aldehído el que se encuentra sobre un ciclo, se utiliza el sufijo “*-carbaldehído*”, salvo para el caso del benceno:



Benzaldehído

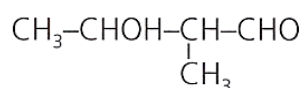


Ciclohexanocarbaldehído

La función cetona tiene prioridad sobre los alcoholes, fenoles, radicales e insaturaciones, pero no sobre los aldehídos. Cuando se encuentra en una cadena con un aldehído, se considera como sustituyente y se le asigna el prefijo “*oxo-*”. Cuando al aldehído no tiene preferencia nos referiremos a él con el prefijo “*formil-*”.



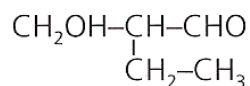
4-pentenal



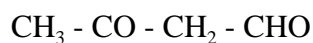
3-hidroxi-2-metilbutanal



3,6-heptadiinal

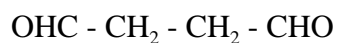


2-etil-3-hidroxiopropanal

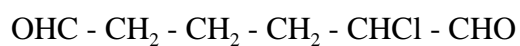


3-oxobutanal

Si la misma cadena tiene dos grupos aldehído, se intercala la partícula “*-di-*” delante de la terminación “*-al*”.



butanodial

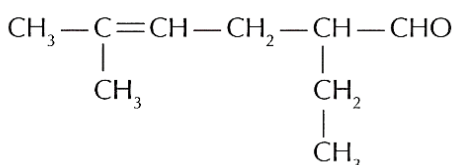
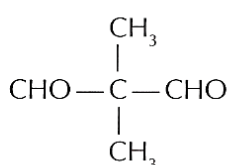
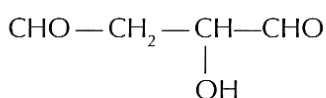
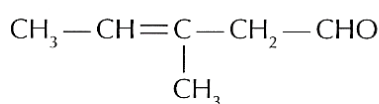
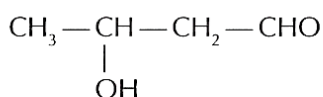
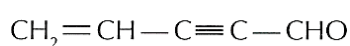
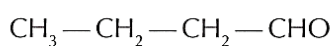
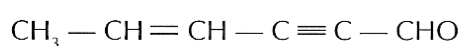
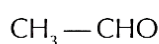


2-clorohexanodial

A32.- Formular los siguientes compuestos:

- a) Etanodial
- b) Propenal
- c) 3,4-dihidroxiбутanal
- d) 3-fenilpropenal
- e) 4-fenil-2-pentinal
- f) 3-etil-2-metilhexanal
- g) benzaldehído

A33.- Nombra los siguientes compuestos:



Solución:

etanal (acetaldehído)

4-hexen-2-inal

butanal

4-penten-2-inal

3-hidroxiбутanal

3-metil-3-pentenal

2-hidroxiбутanodial

2,2-dimetilpropanodial

2-etil-5-metil-4-hexenal

A34.- Formular los siguientes compuestos:

a) 2,5-dimetil-3-hexanona

d) 2-metil-3-oxopentanal

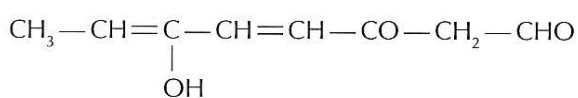
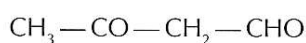
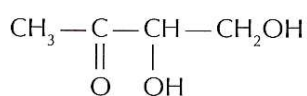
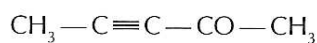
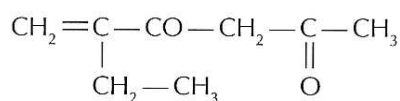
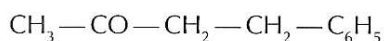
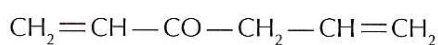
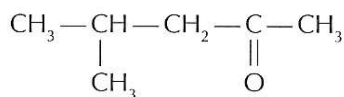
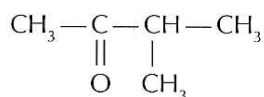
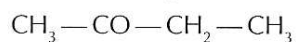
b) 5-etil-5-hexen-2,4-diona

e) 1-hepten-5-in-3-ona

c) 3,4-dimetil-2-pentanona

f) 4-metil-2-ciclohexenona

A35.- Nombrar los siguientes compuestos:



Soluciones:

2-butanona

propanona (acetona)

3-metil-2-butanona

4-metil-2-pentanona

1,5-hexadien-3-ona

4-fenil-2-butanona

5-etil-5-hexen-2,4-diona

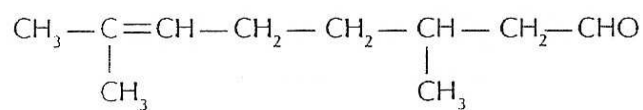
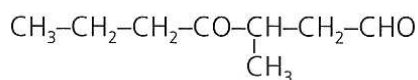
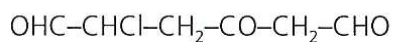
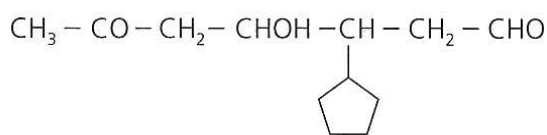
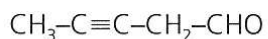
3-pentin-2-ona

3,4-dihidroxi-2-butanona

3-oxobutanal

6-hidroxi-3-oxo-4,6-octadienal

A36.- Nombrar los siguientes compuestos:



Solución:

3-pentinal

3-ciclopentil-4-hidroxi-6-oxoheptanal

5-cloro-3-oxohexanodial

3-metil-4-oxoheptanal

3,7-dimetil-6-octenal (citronelal: esencia del limón)

Compuestos de interés

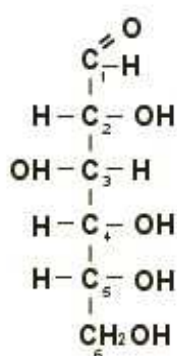
· **Metanal** o **formaldehído** (HCHO). Es un gas de olor picante. Su disolución en agua se conoce como formol y es utilizada como desinfectante y como conservante. También es importante en la producción de papel, aislantes, plásticos, baquelita, cosméticos, etc. El mayor riesgo que comporta es su toxicidad.

· **Etanal** o **acetaldehído** (CH₃-CHO). Producto intermedio muy valioso para la obtención de productos como el ácido acético o el butadieno.

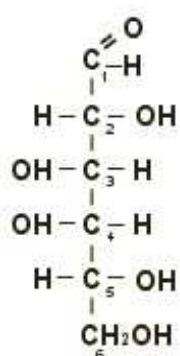
· **Benzaldehído**: líquido incoloro de olor a almendras amargas. Se emplea en la fabricación de colorantes y en perfumería.

· **Propanona** o **acetona** (CH₃-CO-CH₃). Es un líquido de olor agradable, muy volátil y miscible con agua en cualquier proporción, y también con otras sustancias apolares como la gasolina. Se emplea como disolvente, en lacas y barnices y como materia prima para la obtención de otros productos, por ejemplo, plásticos, colorantes, explosivos,...

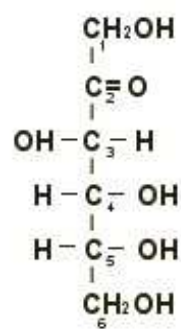
· Los **azúcares**, como la glucosa o la fructosa, son polialcoholes con un grupo carbonilo.



D - Glucosa



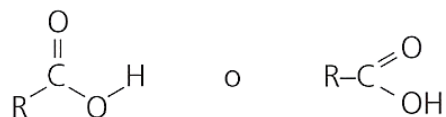
D - Galactosa



D - Fructosa

Ácidos carboxílicos

Los ácidos orgánicos o ácidos carboxílicos son compuestos que contienen el **grupo carboxilo**, -COOH, al menos, en un extremo de la cadena.



En ellos se antepone la palabra ácido a la del hidrocarburo del que proceden, en el que la terminación “-o” se sustituye por “-oico”.

HCOOH	ácido metanoico o ácido fórmico
CH ₃ -COOH	ácido etanoico o ácido acético
CH ₃ -CH ₂ -COOH	ácido propanoico o ácido propiónico
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -COOH	ácido butanoico o ácido butírico
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -COOH	ácido pentanoico o valerianoico

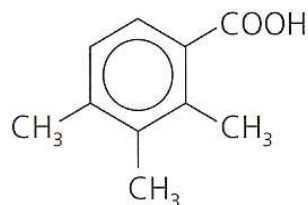
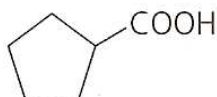
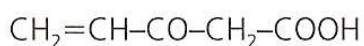
Los ácidos que tienen en su cadena otro grupo funcional se nombran numerando la cadena más larga de átomos de carbono, dando el número 1 al grupo carboxílico, ya que entre todos los grupos funcionales es el de mayor preferencia. Cuando escribimos o nombramos el compuesto, el sufijo “-oico” siempre es el último.

$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$	ácido 2-metilbutanoico
CH ₃ - CHOH - COOH	ácido 2-hidroxiopropanoico (ácido láctico)
CH ₂ OH - CH ₂ - CHOH - COOH	ácido 2,4-dihidroxiбутanoico
CH ₂ = CH - COOH	ácido propenoico (ácido acrílico)
CH ₃ - CO - COOH	ácido oxopropanoico (ácido pirúvico)
HC / C - CH ₂ - CO - CH ₂ - COOH	ácido 3-oxo-5-hexanoico
OHC - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - COOH	ácido 5-formilpentanoico

A37.- Formular lo siguientes compuestos:

- a) ácido butanoico o ácido butírico
- b) ácido 3-oxobutanoico
- c) ácido 2,2-diclorobutanoico
- d) ácido 4-pentenoico
- e) ácido 2-oxopropanoico
- f) ácido 2,5-hexadienoico

A38.- Nombrar los siguientes compuestos:



Solución:

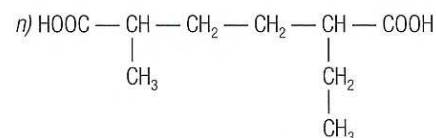
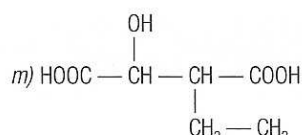
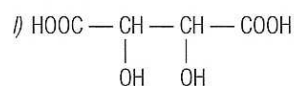
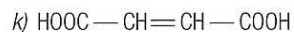
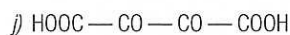
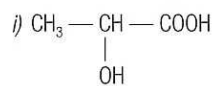
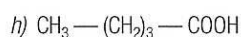
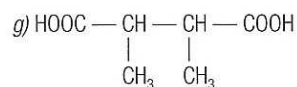
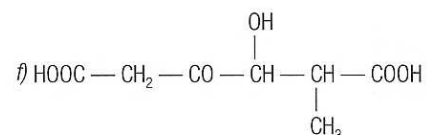
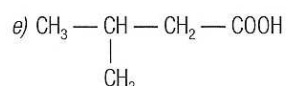
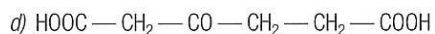
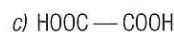
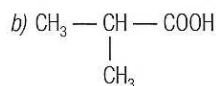
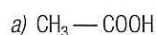
ácido 3-oxo-4-pentenoico
ácido ciclopentanocarboxílico

ácido 3-carboxihexanodioico
ácido 2,3,4-trimetilbenzoico

A39.- Formular los siguientes compuestos:

- a) Ácido acético
- b) Ácido butanodioico
- c) Ácido benzoico
- d) Ácido 2,3-diclorobutanodioico
- e) Ácido 3-carboxipentanodioico
- f) Ácido butinodioico
- g) Ácido 2,5-octadienoico
- h) Ácido 2-metil-3-pentenoico
- i) Ácido 5-fenil-3-oxo-4-hexenoico

A40.- Nombrar los siguientes compuestos:



Soluciones:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| a) ácido acético (etanoico) | h) ácido pentanoico |
| b) ácido metilpropanoico | i) ácido 2-hidroxiopropanoico |
| c) ácido oxálico (etanodioico) | j) ácido dioxobutanodioico |
| d) ácido 3-oxohexanodioico | k) ácido butenodioico |
| e) ácido 3-metilbutanoico | l) ácido 2,3-dihidroxiбутanodioico |
| f) ácido 4-hidroxi-5-metil-3-oxohexanodioico | m) ácido 2-hidroxi-3-etilbutanodioico |
| g) ácido 2,3-dimetilbutanodioico | n) ácido 2-etil-5-metilhexanodioico |

Compuestos de interés

· **Ácido metanoico** o **ácido fórmico** (HCOOH). Se encuentra en insectos (hormigas, abejas...) y en plantas (ortigas) y es el responsable de las molestias que producen las picaduras de estos organismos. Es un líquido de olor desagradable. Se emplea en la industria textil.

· **Ácido etanoico** o **ácido acético** ($\text{CH}_3 - \text{COOH}$). El vinagre lo contiene en proporción del 3 al 6 %.

En bioquímica se utiliza para la tinción de células. Se utiliza en medicina, en apicultura, en la antigua industria fotográfica, etc.

En la industria química se utiliza para la obtención de acetato de vinilo o el acetato de celulosa, intermedio en la fabricación de rayón, celofán, etc.

También sirve en la limpieza de manchas de la casa en general.

· Ácidos grasos

Los ácidos grasos constan de una cadena carbonada con un grupo carboxilo terminal; la fórmula básica de una molécula completamente saturada es $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$. Los ácidos grasos de los mamíferos tienen estructuras relativamente sencillas y forman parte de las membranas celulares. En los mamíferos, incluido el ser humano, la mayoría de los ácidos grasos se encuentran en forma de triglicéridos.

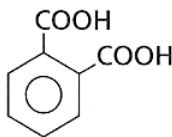
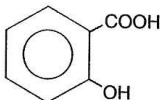
Ácido palmítico:	$\text{CH}_3 - [\text{CH}_2]_{14} - \text{COOH}$	ácido hexadecanoico
Ácido esteárico	$\text{CH}_3 - [\text{CH}_2]_{16} - \text{COOH}$	ácido octadecanoico
Ácido oleico:	$\text{CH}_3 - [\text{CH}_2]_7 - \text{CH} = \text{CH} - [\text{CH}_2]_7 - \text{COOH}$	ácido 9-octadecenoico
Ácido linoleico	$\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$	ácido 9,12,15-octadecatrienoico

El ácido linoleico, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$, es un ácido graso poliinsaturado de la serie omega-3. Forma parte de muchos aceites comunes y parece ser importante en la nutrición humana.

Otros ácidos importantes son el **butírico (butanoico)** que se encuentra en la mantequilla rancia; el ácido **acrílico (propenoico)** con el que se obtienen plásticos como el plexiglás; el ácido **oxálico (etanodioico)** cuyas sales se encuentran en algunas plantas (ruibarbo, acederas) y se emplea en análisis químico; el **ácido benzoico** empleado como antiséptico, para conservar alimentos; el **ácido ftálico** que junto con el fenol permite la obtención de la fenolftaleína, un conocido indicador ácido-base.

El **ácido cítrico** se encuentra en las naranjas, el **ácido tartárico** en las uvas y el **ácido oleico** en el aceite de oliva.

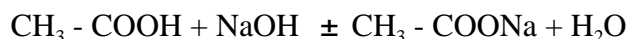
El **ácido salicílico** (o ácido 2-hidroxibenzoico) recibe su nombre de *Salix*, la denominación latina del sauce de cuya corteza fue aislado por primera vez. Se trata de un sólido incoloro que suele cristalizar en forma de agujas.

Ácido acrílico	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$	ácido 2-propenoico
Ácido benzoico	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}$	
Ácido tartárico:	$\text{COOH} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{COOH}$	ácido dihidroxibutanodioico
Ácido ftálico:		ác. 1,2-bencenodicarboxílico
Ácido salicílico:		ác. 2-hidroxibenzoico

Derivados de los ácidos carboxílicos

Sales

Debido a su carácter ácido, pueden formar sales al reaccionar con hidróxidos:



Esta sal es el etanoato de sodio (acetato sódico).

Una sal se obtiene sustituyendo el hidrógeno del grupo carboxilo por un catión, M^+ . El grupo funcional de una sal es R-COOM .

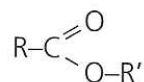
HCOONa	metanoato de sodio	formiato sódico
$\text{CH}_3 - \text{COOK}$	etanoato de potasio	acetato potásico
$(\text{CH}_3 - \text{COO})_2\text{Fe}$	etanoato de hierro (II)	acetato ferroso

Dentro de las sales de los ácidos grasos, son de bastante interés las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos (ácidos con un número de carbonos elevado) que se denominan **jabones**, R-COONa y R-COOK . Su poder detergente se basa en la atracción de la cadena de carbonos (zona apolar) por sustancias apolares como las grasas, al mismo tiempo que la zona polar es atraída por el agua.

Los ácidos grasos más comunes son los ácidos palmítico, esteárico y oleico.

Ésteres

Los ésteres son compuestos derivados de los ácidos carboxílicos. Tienen por fórmula general:

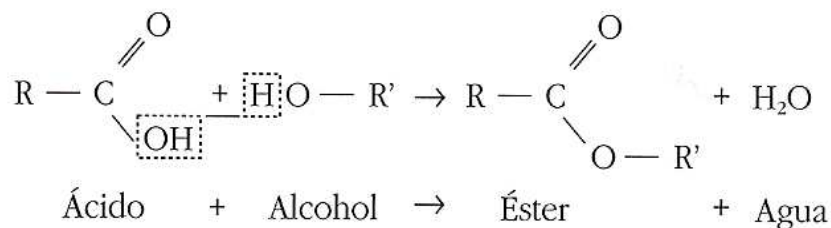


en la que el hidrógeno del grupo $-\text{COOH}$ del ácido ha sido sustituido por un radical alquílico R' .

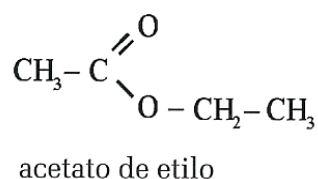
Por lo tanto, su grupo funcional es: $\text{R-COO-R}'$. Se nombran sustituyendo la terminación “-oico” del ácido por “-ato”, seguido del nombre del otro radical.

$\text{HCOO} - \text{CH}_3$	metanoato de metilo	formiato de metilo
$\text{HCOO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	metanoato de etilo	formiato de etilo
$\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}_3$	etanoato de metilo	acetato de metilo

Mientras que la formación de sales utiliza el carácter ácido de los ácidos carboxílicos, según la cual ceden fácilmente un hidrógeno, la formación de ésteres es un poco más compleja, pues tiene lugar mediante una reacción llamada de esterificación:



Por ejemplo, la reacción del ácido acético y el etanol da lugar al acetato de etilo, disolvente muy apreciado (el que lleva el pegamento Imedio):

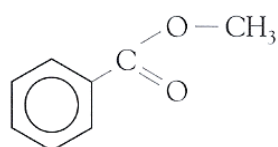


El acetato de etilo da el olor a pera.

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COO} - \text{CH}_3$ propanoato de metilo o propionato de metilo

$\text{HCOO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ metanoato de propilo o formiato de propilo

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ butanoato de etilo

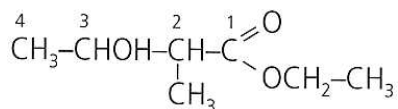


benzoato de metilo

La función éster es preferente respecto de las funciones vistas anteriormente, excepto los ácidos carboxílicos:

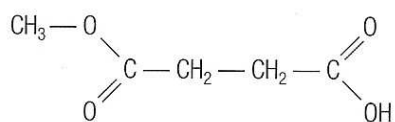
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHCl} - \text{CHCl} - \text{COO} - \text{CH}_3$ 2,3-dicloropentanoato de etilo

3-hidroxi-2-metilbutanoato de etilo

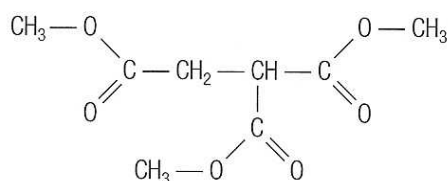


Cuando el éster no tiene preferencia o existen tres o más grupos éster, el radical R - COO- se nombra con el prefijo “*alcoxicarbonil-*”

$\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{COO} - \text{CH}_3$ Ácido metoxycarboniletanoico

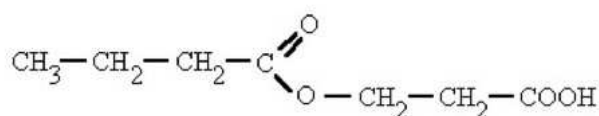


ácido 3-metoxicarbonilpropanoico



2-metoxicarbonilbutanodioato de dimetilo

Si dentro del éster R - COO - R' es el grupo R' el principal, el sustituyente RCOO - se nombra como **“aciloxi-”**

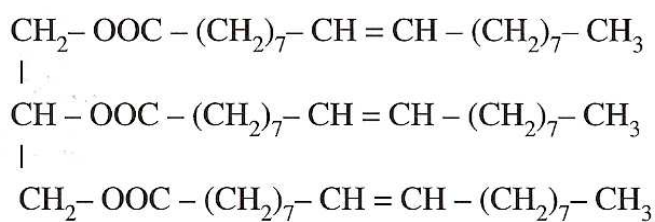


ácido 3-butanoiloxipropanoico

Los ésteres son compuestos insolubles en agua y se encuentran en los vegetales, siendo responsables, en general, del olor de las frutas y las flores. Así, el metanoato de isobutilo huele a frambuesas, el etanoato de octilo a naranjas, el decanoato de etilo a uvas, el acetato de isopentilo a plátanos, el butirato de etilo a piñas, el butirato de amilo (butanoato de pentilo) a albaricoques, el isovalerianoato de isoamilo a manzanas, ...

Por ello, se emplean en perfumería, ambientadores domésticos y para dar sabor a algunos alimentos (yogures, pasteles, caramelos, helados,...), también para producir plásticos y fibras como el poliéster.

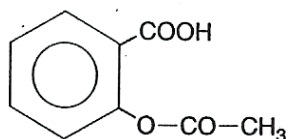
Algunos de los ésteres más importantes son los formados por los ácidos grasos y la glicerina, llamados en general **lípidos**. Constituyen la mayor parte de los aceites y grasas usadas para cocinar. Por ejemplo, el aceite de oliva contiene el trioleato de glicerina (oleína).



trioleato de glicerina

También son ésteres, de ácidos grasos y alcoholes de largas cadenas, los que forman la cera de las abejas o las sustancias que protegen las yemas de los árboles en invierno.

El éster originado entre el ácido acético y el -OH del ácido salicílico constituye el ácido acetilsalicílico, conocido como aspirina:



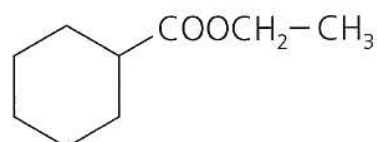
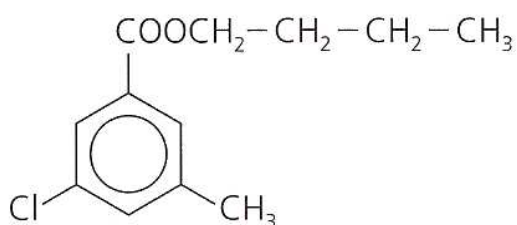
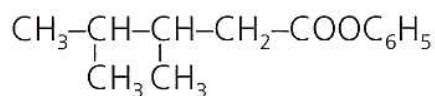
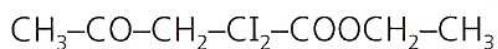
ác. acetilsalicílico

Los poliésteres son polímeros artificiales que no sólo se utilizan para producir fibras textiles, sino también en la fabricación de injertos de arterias que reemplazan a los vasos sanguíneos dañados.

A41.- Formular los siguientes compuestos:

- acetato de magnesio
- benzoato de litio
- butanoato de propilo
- propanoato de fenilo
- benzoato de etilo
- 2-hidroxibenzoato de etilo
- 3-etil-3-butenato de etilo

A42.- Nombrar los siguientes compuestos:



Solución:

4-oxo-2,2-diyodopentanoato de etilo
3-cloro-5-metilbenzoato de butilo

3,4-dimetilpentanoato de fenilo
ciclohexanocarboxilado de etilo

Compuestos nitrogenados

Amidas

Las amidas son derivados de los ácidos carboxílicos que se obtienen sustituyendo el grupo -OH del ácido por un grupo -NH₂. Se nombran como el ácido de procedencia, en el que se cambia la terminación “-oico” del ácido por el sufijo “-amida”.

H-CONH ₂	Metanamida o formamida
CH ₃ - CONH ₂	Etanamida o acetamida
C ₆ H ₅ - CONH ₂	Benzamida

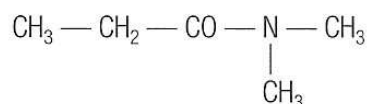
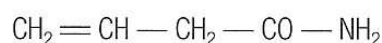
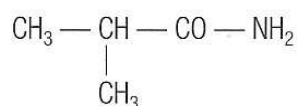
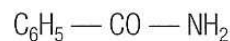
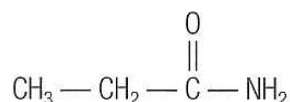
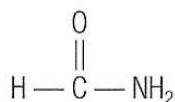
Los hidrógenos unidos al átomo de nitrógeno pueden sustituirse por radicales. Ese radical se nombra precedido por una N.



A43.- Formular los siguientes compuestos:

- 3-metilhexanamida
- 2-cloro-2-metilpropanamida
- N-etilbutanamida

A44.- Nombrar los siguientes compuestos:



Solución:

formamida

acetamida (etanamida)

2-metil-propanamida

N-etilacetamida

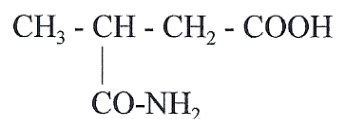
propanamida

benzamida

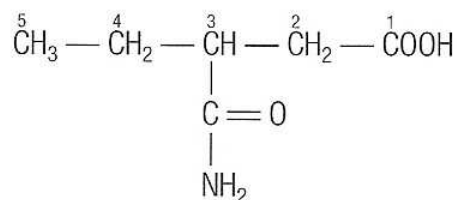
3-butenamida

N,N-dimetilpropanamida

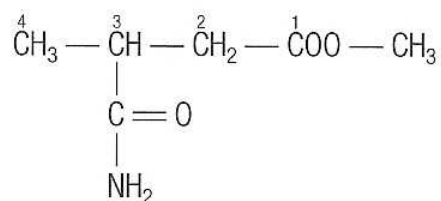
Cuando la amida no tiene la preferencia o existen tres o más grupos amida, el radical)CONH₂ se designa mediante el prefijo “*carbamoil-*”



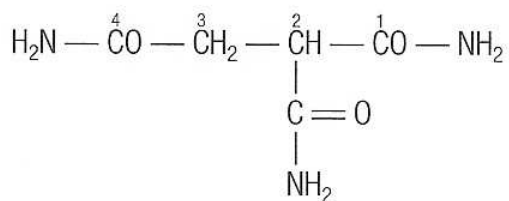
Ácido 3-carbamoilbutanoico



Ácido 3-carbamoilpentanoico



3-carbamoilbutanoato de metilo



2-carbamoilbutanodiamida, o
carbamoilbutanodiamida

Aminas

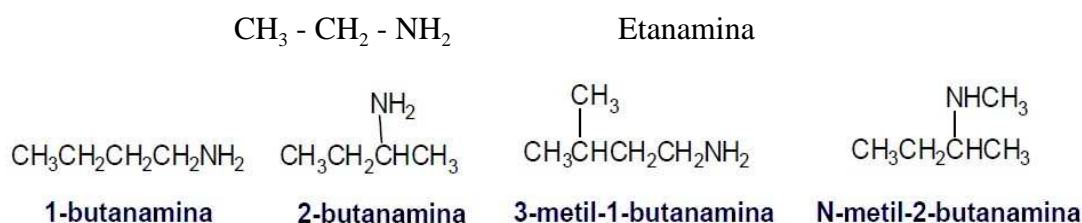
Las aminas se pueden considerar derivados del amoníaco, en el cual se sustituyen uno, dos o los tres hidrógenos por radicales; así se forman aminas primarias, secundarias y terciarias, respectivamente.

Las aminas primarias podemos nombrarlas de dos formas: mediante la nomenclatura funcional o mediante la de sustitución.

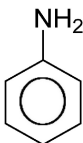
En la nomenclatura funcional se añade el sufijo “**-amina**” al nombre del radical unido al nitrógeno:



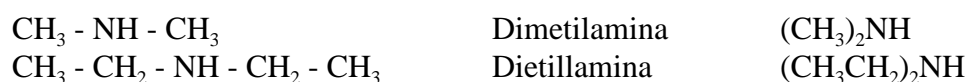
En la nomenclatura de sustitución se parte del nombre del hidrocarburo al que se le cambia la terminación “**-o**” por la terminación “**-amina**”:



El grupo amino sobre un anillo bencénico nos da la fenilamina o bencenamina, aunque es aceptado su nombre vulgar: anilina:



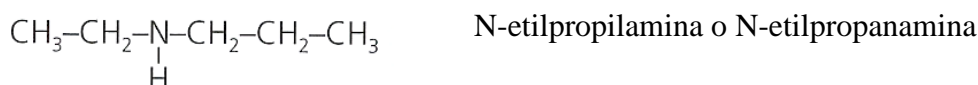
Para las aminas secundarias y terciarias, cuando los radicales son iguales, se nombra el radical anteponiendo el prefijo di- o tri- y con la terminación “**-amina**”:



Si los radicales no son iguales se nombran todos ellos por orden alfabético seguidos del sufijo “**-amina**”:



Las aminas secundarias (-NH-) y terciarias (-N-) se nombran también como derivadas de las aminas primarias al sustituir átomos de hidrógeno unidos al nitrógeno por radicales. Se toma como cadena principal la que presente el radical más complejo. Los otros radicales se pueden nombrar anteponiendo la letra N, que indica que la sustitución se ha realizado en el nitrógeno.



Los grupos NH_2 - que están unidos a una cadena carbonada y no tienen preferencia pueden nombrarse mediante el prefijo “*amino-*”.



A45.- Formular los siguientes compuestos:

- triethylamina
- fenilamina
- N-etil-N-metilhexilamina
- dibutilmetilamina
- trifenilamina
- fenildipropilamina

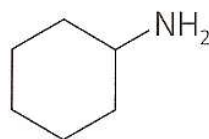
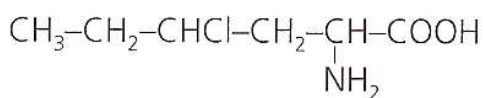
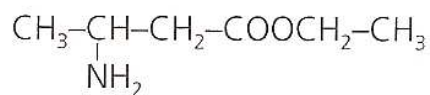
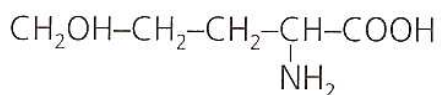
A46.- Nombrar los siguientes compuestos

- $(\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2)_3\text{N}$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$

Solución:

- tributilamina
- etilmetilamina
- pentilamina

A47.- Nombrar los siguientes compuestos:



Solución:

ácido 2-amino-5-hidroxipentanoico
ácido 2-amino-4-clorohexanoico

3-aminobutanoato de etilo
ciclohexilamina

A48.- Nombrar lo siguientes compuestos:

- a) N,N-dimetilpropilamina
- b) N-etil-N-metilpropilamina
- c) 1,3-propanodiamina
- d) 2-metil-1,2,4-butanotriamina

Compuestos de interés

· La **anilina**, $C_6H_5 - NH_2$, tiene varias aplicaciones industriales, entre las que cabe destacar su utilización como materia prima para fabricar muchos colorantes.

· La **urea**, $NH_2-CO-NH_2$, es la diamida del ácido carbónico. Es un sólido muy soluble en agua. Se utiliza principalmente en la industria como base para abonos y para la formación de plásticos en su reacción de polimerización con el metanal.

· Los **aminoácidos**, componentes fundamentales de las proteínas, contienen, además de un grupo carboxilo, uno o varios grupos amino.

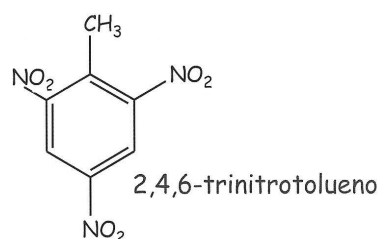
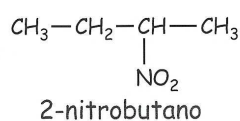
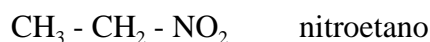
Los más sencillos son la glicina (Gly) y la alanina (Ala):

glicina:	$NH_2 - CH_2 - COOH$	ácido 2-aminoetanoico
alanina:	$NH_2 - CH(CH_3) - COOH$	ácido 2-aminopropanoico
fenilalanina:	$C_6H_5 - CH_2 - CH(NH_2) - COOH$	ácido 2-amino-3-fenilpropanoico

Nitrocompuestos

Estos compuestos pueden considerarse como derivados de los hidrocarburos al sustituir uno o más átomos de hidrógenos por grupos nitro: $-\text{NO}_2$.

Este grupo nunca se considera función principal al igual que los derivados halogenados y para nombrarlo se utiliza siempre el prefijo “*nitro-*”



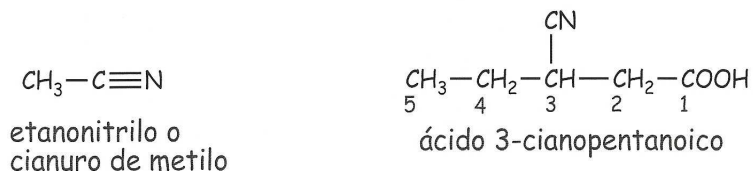
Nitrilos

Se caracterizan por tener el grupo funcional ciano: $-\text{C} / \text{N}$. Por eso se les denomina también cianuros de alquilo. Se pueden considerar derivados de los hidrocarburos al sustituir tres hidrógenos de un carbono primario por un átomo de nitrógeno

Cuando el nitrilo es la función principal se nombra mediante la terminación “-nitrilo” añadida al nombre del hidrocarburo de igual número de átomos de carbono. También se pueden nombrar como cianuros de alquilo, como derivados del ácido cianhídrico, HCN.

Si existen dos grupos $-\text{CN}$ se añade el sufijo “-*dinitrilo*”.

Cuando el grupo nitrilo no tiene preferencia se utiliza el prefijo “-*ciano*”



A49.- Formular los siguientes compuestos:

- a) Etanoato de metilo
- b) Propanoato de propilo
- c) Acetato de vinilo
- d) Metanoato de pentilo
- e) Acetato de plata
- f) Propanoato de sodio
- g) 2,3-dimetilbutanamida
- h) 2-butenamida
- i) Formiato potásico

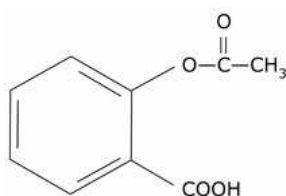
A50.- Formular los siguientes compuestos:

- a) 1,2-propanodiol
- b) 1,5-heptadien-3-ol
- c) ácido 3,5-dimetil-3-hexenoico
- d) ácido propanodioico
- e) ácido butinodioico
- f) ácido 2,3-pentadiendioico
- g) ácido 4-metil-2-pentenoico
- h) ácido 2,5-octadiendioico
- i) ácido 2-hidroxiopropanoico
- j) ácido 5-fenil-3-oxo-4-hexenoico

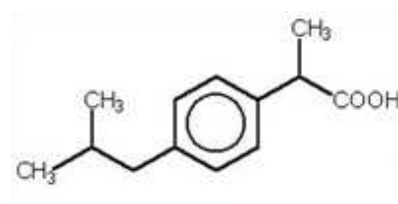
A51.- Indica qué tipo de compuestos son: a) el paracetamol; b) el acetilsalicílico; c) el ibuprofeno.



a) paracetamol



b) ác. acetilsalicílico



c) ibuprofeno

- a) N-(4-hidroxifenil)etanamida.
- b) ácido 2-acetoxibenzoico
- c) ácido 2-(p-isobutilfenil)-propiónico

	función principal	sustituyente
ácidos carboxílicos	) oico	carboxi)
ésteres	) ato de) ilo	) iloxicarbonil)
amidas	) amida	carbamoil)
aldehídos	) al	formil)
cetonas	) ona	oxo)
alcoholes	) ol	hidroxi)
aminas	) amina	amino)
éteres	) éter	) iloxi)