

100cia Química

www.100ciaquimica.net

Formulación Química Orgánica

2º Bachillerato

Autor:

José Antº Pascual Gimeno

Curso: _____

Alumno: _____

Formulación de Química Orgánica

1.- <u>Introducción a la Química del Carbono.</u>	5
1.1.- Desarrollo de la Química Orgánica	5
1.2.- El átomo de Carbono: un átomo singular	5
1.3.- Representación de las moléculas orgánicas	6
1.4.- Sistematización de la nomenclatura química orgánica	7
1.5.- Tipos de cadenas carbonadas	8
1.6.- Clases de átomos de carbono.....	9
1.7.- Isómeros. Tipos	9
1.8.- Clasificación de los compuestos orgánicos	11
1.9.- Orden de preferencia	12
2.- <u>Hidrocarburos</u>	13
2.1.- Generalidades	13
2.2.- Hidrocarburos saturados: Parafinas o alcanos	13
2.3.- Hidrocarburos insaturados con dobles enlaces: Alquenos u olefinas	20
2.4.- Hidrocarburos insaturados con triples enlaces: Alquinos o acetilénicos	22
2.5.- Hidrocarburos cíclicos	25
2.6.- Hidrocarburos aromáticos	27
2.7.- Derivados halogenados de los hidrocarburos	31
3.- <u>Compuestos oxigenados</u>	33
3.1.- Alcoholes	33
3.2.- Fenoles	35
3.3.- Aldehídos.....	37
3.4.- Cetonas.....	39
3.5.- Ácidos carboxílicos	41
3.6.- Sales y ésteres de ácidos carboxílicos	44
3.7.- Éteres	46
4.- <u>Compuestos nitrogenados</u>	49
4.1.- Aminas.....	49
4.2.- Amidas	51
4.3.- Nitrilos.....	53
4.4.- Nitrocompuestos	55

1.- Introducción a la Química del Carbono

La Química Orgánica constituye una de las principales ramas de la Química debido a que estudia un gran número de compuestos, que contienen como elemento básico de su constitución molecular el átomo de carbono; de ahí que se la designe con frecuencia Química del carbono. El número de compuestos en los que entra a formar parte el átomo de carbono es casi innumerable. Pensemos en la gran cantidad que existen de proteínas, antibióticos, hormonas, vitaminas, fibras sintéticas, plásticos, perfumes, detergentes, etc., y veremos que el átomo de carbono es un átomo singular que puede formar cadenas y combinarse fácilmente con un número reducido de átomos, como son el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el fósforo, el azufre y los halógenos.

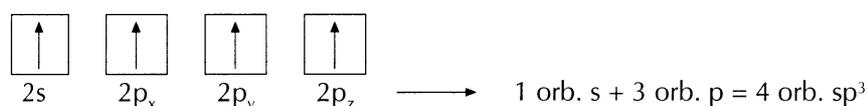
1.1.- Desarrollo de la Química Orgánica

La Química Orgánica, como tal rama de la Química, tiene poco más de siglo y medio de existencia. Muchos de los productos orgánicos que hoy manejamos eran conocidos en la antigüedad; los egipcios y fenicios extraían de las plantas colorantes, como púrpura de Tiro, y sustancias medicinales. También conocían la conversión de la grasa animal en jabón y obtenían alcohol por fermentación de azúcares. Hasta que el químico alemán Friedrich Wöhler, en 1928, logró sintetizar la urea, se creyó que los compuestos orgánicos sólo podían producirse por la acción de una *fuera vital* que únicamente poseían los seres vivos. Desde entonces se han sintetizado cientos de miles de compuestos orgánicos.

Entre 1811 y 1830 Liebig desarrolló nuevos métodos de análisis, y de 1858 a 1872 hombres como Kekulé, Couper, Le Bel, Van't Hoff y otros, abordaron el concepto de enlace logrando representar las estructuras tridimensionales de las moléculas orgánicas. En la actualidad se conocen varios millones de compuestos diferentes y el ritmo de crecimiento es de más de cincuenta mil nuevos compuestos por año. Pero, ¿cuál es la causa de tal abundancia de compuestos del carbono? La respuesta se encuentra en la configuración electrónica del átomo de carbono y en la gran estabilidad de los enlaces que forma.

1.2.- El átomo de carbono: un átomo singular

La estructura electrónica del átomo de carbono es $1s^2 2s^2 2p^2$. De estos seis electrones sólo interesan, desde el punto de vista reactivo, los cuatro electrones de la capa más externa, la capa de valencia. El carbono tiende a adquirir estructura de gas noble (neón) por compartición de sus electrones más externos con los de otros átomos. En los compuestos orgánicos, el átomo de carbono es siempre *tetravalente*. Se logra explicar la tetravalencia del átomo de carbono mediante la *hibridación de orbitales*, a partir de la promoción de uno de sus electrones s a un orbital p, muy próximo en energía:



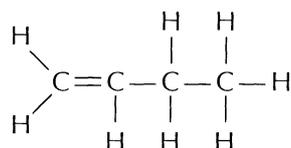
La hibridación supone la formación de tantos enlaces híbridos como orbitales puros de los que hayamos partido. Estos orbitales híbridos poseen todos la misma energía y forma orbital. Según la participación de orbitales puros podemos encontrar distintas hibridaciones para el átomo de carbono.

1.3.- Representación de las moléculas orgánicas

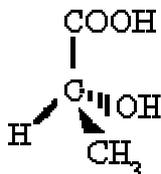
La unión de los átomos de carbono por alguno de los tres enlaces indicados anteriormente forma las *cadena carbonadas*; los átomos de carbono representan los *eslabones* de la cadena y constituyen el esqueleto del compuesto orgánico correspondiente. La fórmula química es la representación escrita de la molécula (por ejemplo, C_4H_8). A través de la fórmula podemos identificar: la clase de átomos que la constituyen, su *cantidad*, la *relación ponderal* de su combinación, la *masa* molecular.

En Química Orgánica se utilizan diversas fórmulas para representar una misma molécula:

- Fórmula empírica. Expresa los elementos que constituyen la molécula y en qué proporción se encuentran: (CH_2) .
- Fórmula molecular. Indica el número total de átomos que forman la molécula: C_4H_8 . Hay tres formas de escribir la fórmula molecular:
- Fórmula semidesarrollada. En ella aparecen agrupados los átomos que se enlazan a un mismo átomo de carbono: $CH_2=CH-CH_2-CH_3$.
- Fórmula desarrollada. Expresa cómo se encuentran unidos entre sí los átomos que constituyen la molécula.



- Fórmula estructural. Se recurre en ella a modelos moleculares espaciales que sirven para construir la molécula, observar su distribución espacial, ver la geometría de los enlaces, etc. Esta fórmula proporciona la forma más real de la molécula.



Las fórmulas semidesarrolladas son las que se utilizan con más frecuencia.

1.4.- Sistematización de la nomenclatura química orgánica

Es el conjunto de reglas que permiten asignar, unívocamente, un nombre a cada compuesto químico. Existen para los compuestos orgánicos dos tipos de nomenclaturas:

- **Nomenclatura sistemática:** Las normas vigentes en la actualidad para nombrar los compuestos orgánicos se acordaron por la IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) en 1969, y se publicaron en 1971, con modificaciones sufridas en los años 1976 y 1993. Son el resultado de la sistematización acordada por convenio, por lo que no es de extrañar que a veces surjan problemas y en ocasiones se usen nombres tradicionales para algunos compuestos.

Por otra parte, debemos señalar que en los convenios de sistematización de la nomenclatura han prevalecido los criterios de los científicos de habla inglesa sobre los de otras lenguas. Así, la IUPAC recomienda que los localizadores se escriban inmediatamente delante de las partículas a que hacen referencia, separados con un guión del resto del nombre, y entre sí por comas, y sin dejar espacios entre el localizador, el guión y el nombre (por ejemplo: 4-etil-2,6,6-trimetiloctano), en contra de la costumbre francesa y alemana de colocar los localizadores detrás. En este trabajo seguiremos la recomendación de la IUPAC.

- **Nomenclatura tradicional:** Arraigada en el lenguaje químico convencional, aún que no sigue unas normas prefijadas. Muchos de estos nombres tradicionales están aceptados por la IUPAC.

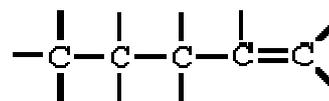
Ejemplos	Nombre sistemático	Nombre tradicional
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	eteno	etileno
$\text{CH}\equiv\text{CH}$	etino	acetileno
Cl_3CH	triclorometano	cloroformo
$\text{HOOC}-\text{COOH}$	ácido etanodioico	ácido oxálico
	metilbenceno	tolueno

1.5.- Tipos de cadenas carbonadas.

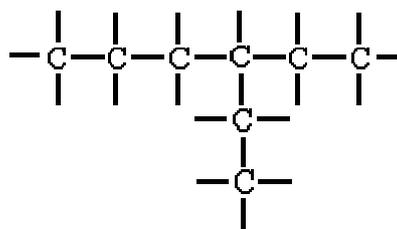
La cadena carbonada es la secuencia de átomos de carbono, unidos entre sí, que forman el esqueleto de la molécula orgánica. Hay diferentes tipos de cadena, según sea a su forma:

a) Abierta o acíclica: Los átomos de carbono extremos no están unidos entre sí. No forman anillos o ciclos. Puede ser:

I. Lineal: No llevan ningún tipo de sustitución. Los átomos de carbono pueden escribirse en línea recta. Aunque también se pueden escribir retorcidas para ocupar menor espacio. Es importante saber ver que aunque esté torcida es una cadena lineal.



II. Ramificada: De alguno de los carbonos de la cadena lineal sale otra u otras cadenas secundarias o ramas.



b) Cerrada o cíclica: El último carbono de la cadena se une al primero, formando un ciclo o anillo. Hay varios tipos:

Homocíclica	Los átomos del ciclo son átomos de carbono.
Heterocíclica	Algún átomo de carbono del ciclo fue sustituido por otro átomo, por ejemplo N, S, O, etc.
Monocíclica	Sólo hay un ciclo.
Policíclica	Hay varios ciclos unidos.

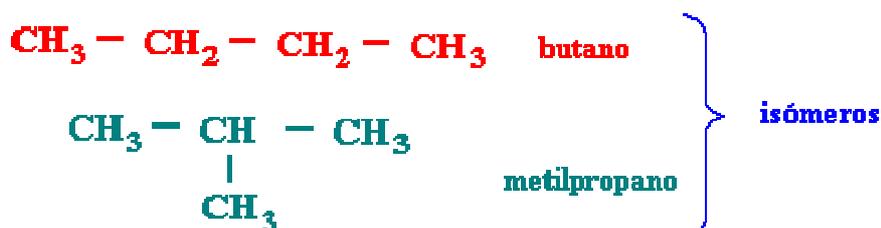
1.6.- Clases de átomos de carbono.

Los carbonos se pueden clasificar en función de a cuántos carbonos más está unido. Existen cuatro tipos de átomos de carbono:

Primario	Un carbono es primario si está unido sólo a un átomo de carbono.	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>Los dos átomos de carbono son primarios</p>
Secundario	Si está unido a dos átomos de carbono.	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>El átomo de carbono central es secundario.</p>
Terciario	Si está unido a tres átomos de carbono.	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\overset{1}{\text{C}}-\overset{2}{\text{C}}-\overset{3}{\text{C}}-\overset{4}{\text{C}}-\overset{5}{\text{C}}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{CH}_3 \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>El átomo de carbono (3) es terciario.</p>
Cuaternario	Si está unido a cuatro átomos de carbono.	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{CH}_3 \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\overset{1}{\text{C}}-\overset{2}{\text{C}}-\overset{3}{\text{C}}-\overset{4}{\text{C}}-\overset{5}{\text{C}}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{CH}_3 \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>El átomo de carbono (3) es cuaternario.</p>

1.7.- Isómeros.

En la Química del Carbono, es especialmente importante establecer unas reglas de nomenclatura muy claras debido a la gran cantidad de compuestos existentes, incluso, hay compuestos con propiedades completamente distintas que tienen la misma fórmula empírica. Son los denominados isómeros, por ejemplo:



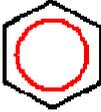
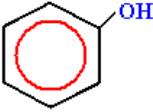
los alcanos, compuestos más sencillos de química orgánica, con cuatro átomos de carbono sólo poseen 2 isómeros, pero si tienen 7 ya pasan a tener 9 isómeros y los de 14 átomos de carbono tienen 1858 isómeros distintos. Si además introducimos otros grupos funcionales imagínate la inmensa cantidad de compuestos que se pueden formar, cada uno de ellos con un nombre específico.

Por tanto, se llaman **isómeros** a dos o más compuestos diferentes que tienen la misma **fórmula molecular**, pero **diferente fórmula estructural**, y diferentes propiedades físicas y/o químicas. Hay varios tipos de isómeros y se reflejan en la siguiente tabla:

Isomería estructural		
Los isómeros se diferencian por el orden en que están enlazados los átomos en la molécula.		
Isomería de cadena: Distinta colocación de algunos átomos en la cadena.	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Isomería de posición: Distinta posición del grupo funcional.	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$
Isomería de función: Distinto grupo funcional.	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$
Estereoisomería:		
Los isómeros se diferencian por la disposición tridimensional de los átomos en la molécula.		
Isomería geométrica o cis-trans: propia de los compuestos con dobles enlaces.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$
Isomería óptica: propia de compuestos con carbonos asimétricos, es decir, con los cuatro sustituyentes diferentes.	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{OH} \cdots \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H} \cdots \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{HO} \end{array}$

1.8.- Clasificación de los compuestos orgánicos: Grupos funcionales.

En la nomenclatura de la IUPAC para compuestos de la Química Orgánica, adquiere una gran importancia los denominados grupos funcionales. Cada tipo de compuesto tiene un grupo funcional que lo caracteriza. En la siguiente tabla resumimos cada uno de ellos y posteriormente describiremos su nomenclatura con todo detalle.

CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS			
	Nombre de la función	Grupo funcional	Ejemplo
HIDROCARBUROS	Alcanos (Parafinas)	$C_n H_{2n+2}$	Butano
	Alquenos (Olefinas)	$C_n H_{2n}$	Propeno
	Alquinos (Acetilenos)	$C_n H_{2n-2}$	Propino
	Hidrocarburos cíclicos	$C_n H_{2n}$	Ciclopentano
	Hidrocarburos aromáticos		Benceno
	Derivados halogenados	$R - X$	1-cloropropano
COMPUESTOS OXIGENADOS	Alcoholes	$R - OH$	Etanol
	Fenoles		Fenol
	Aldehídos	$R - C \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}$	Propanal
	Cetonas	$R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - R'$	Propanona
	Ácidos	$R - C \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$	Ácido propanoico
	Esteres (y sales)	$R - C \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{O} - R' \end{matrix}$	Acetato de metilo
	Éteres	$R - O - R'$	Metoxietano
COMPUESTOS NITROGENADOS	Aminas	$R - N \begin{matrix} \text{R}' \\ \text{R}' \end{matrix}$	Etilamina
	Amidas	$R - C \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{N} - R' \\ \text{R}' \end{matrix}$	Propanamida
	Nitrilos	$R - C \equiv N$	Propanonitrilo
	Nitrocompuestos	$R - NO_2$	Nitroetano

1.9.- Orden de preferencia.

- Cuando en un compuesto hay **un sólo grupo funcional**, la cadena principal es la que contiene la función, y se numera de tal forma que corresponda al carbono de la función el localizador más bajo posible.
- Cuando en el compuesto hay **más de un grupo funcional**, la cadena principal es la que contiene la función preferente; las demás funciones no se tienen en cuenta y se nombran como sustituyentes.

El orden de preferencia acordado por la IUPAC es:

Nombre	Fórmula	Terminación	Como sustituyente
Ac. carboxílico	R-COOH	-oico	carboxi-
Éster	R-COOR'	-oato	oxicarbonil-
Amida	R-CO-NH ₂	-amida	carbamoíl-
Nitrilo	R-C≡N	-nitrilo	ciano-
Aldehído	R-COH	-al	formil-
Cetona	R-CO-R'	-ona	oxo-
Alcohol	R-OH	-ol	hidroxi-
Fenol	Ar-OH	-ol	hidroxi-
Amina	R-NH ₂	-amina	amino-
Éter	R-O-R'	-oxi-	oxi-, oxa-
Doble enlace	R=R'	-eno	... enil-
Triple enlace	R≡R'	-ino	... inil-
Halógeno	R-X		fluoro-, cloro- bromo-, iodo-
Nitroderivados	R-NO ₂		nitro-
Radical alquilo	R-R'	-ano	... il-

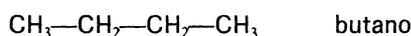
2.- Hidrocarburos

2.1.- Generalidades.

Son compuestos constituidos exclusivamente por carbono e hidrógeno. Pueden ser de dos tipos:

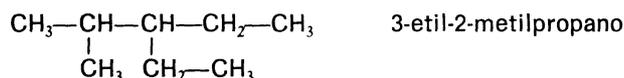
a) Alifáticos o Acíclicos. Son hidrocarburos de cadenas carbonadas abiertas. Existen dos tipos de cadenas abiertas:

i. *Cadenas lineales:* los átomos de carbono se encuentran en una sola cadena.



ii. *Cadenas ramificadas:* están constituidas por dos o más cadenas lineales enlazadas.

La cadena lineal más importante se denomina *cadena principal*; las cadenas que se enlazan con ella se llaman *radicales*. *Por ejemplo:*



b) Cíclicos. Son hidrocarburos de cadenas carbonadas cerradas, formadas al unirse dos átomos terminales de una cadena lineal. Las cadenas carbonadas cerradas reciben el nombre de *ciclos*.

Ejemplo:



2.2.- Hidrocarburos saturados: Parafinas o alcanos.

2.2.1.- ¿Qué son?

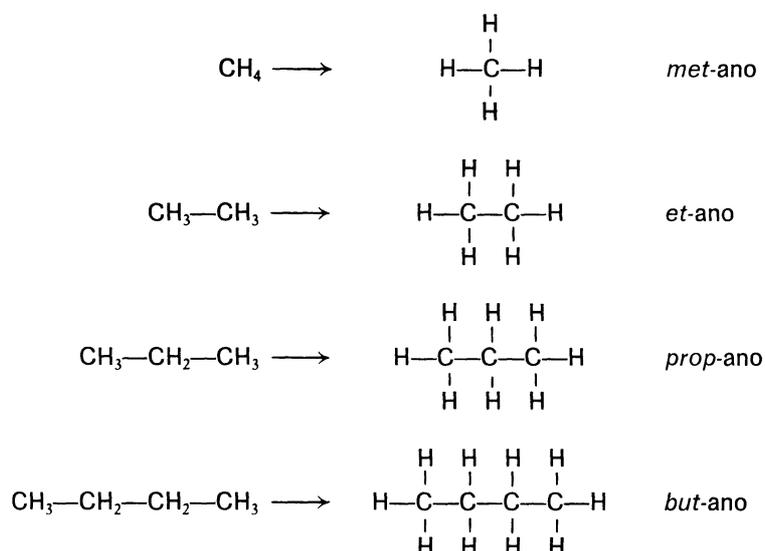
Se llaman hidrocarburos saturados o *alcanos* a los compuestos constituidos por carbono e hidrógeno fundamentalmente (de ahí el nombre de hidrocarburos), que son de cadena abierta y que están unidos entre sí por enlaces simples (C – C y C – H).

Su fórmula empírica es C_nH_{2n}. siendo *n* el número de átomos de carbono.

2.2.2.- Cómo se nombran

Según las normas de la IUPAC, para nombrar los alcanos lineales se consideran dos casos:

- Los cuatro primeros compuestos reciben los nombres siguientes:



- Los compuestos siguientes se nombran utilizando como prefijos los numerales griegos (pent-, hex-, hept-, oct-, non-, dec-, undec-, dodec-, tridec-,...) que indican el número de átomos de carbono de la cadena, añadiéndoles la terminación *ano*. que es genérica y aplicada a todos los hidrocarburos saturados (de ahí el nombre de alcanos).

Fórmula	Nombre	Radical	Nombre
CH_4	Metano	CH_3-	Metil-(o)
CH_3-CH_3	Etano	CH_3-CH_2-	Etil-(o)
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Propano	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Propil-(o)
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Butano	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Butil-(o)
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3$	Pentano	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2-$	Pentil-(o)
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3$	Hexano	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_2-$	Hexil-(o)
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}_3$	Heptano	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}_2-$	Heptil-(o)
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6-\text{CH}_3$	Octano	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6-\text{CH}_2-$	Octil-(o)

Otros nombres de la serie de los alcanos son los siguientes:

Nº de C	Nombre	Nº de C	Nombre
9	nonano	30	triacontano
10	decano	31	hentriacontano
11	undecano	32	dotriacontano
12	dodecano	40	tetracontano
13	tridecano	41	hentetracontano
14	tetradecano	50	pentacontano
15	pentadecano	60	hexacontano
16	hexadecano	70	heptacontano
17	heptadecano	80	octacontano
18	octadecano	90	nonacontano
19	nonadecano	100	hectano
20	eicosano	200	dihectano
21	heneicosano	300	trihectano
22	docosano	579	nonaheptacontapentahectano

2.2.3.- Radicales univalentes de los hidrocarburos lineales saturados

Los radicales son grupos de átomos que se obtienen por pérdida de un átomo de hidrógeno de un hidrocarburo, por lo que contienen un electrón de valencia disponible para formar un enlace covalente.

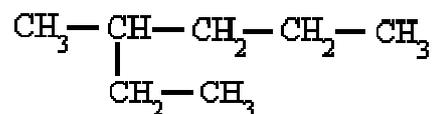
Los radicales derivados de los alcanos por pérdida de un átomo de hidrógeno de un *carbono terminal* se nombran sustituyendo la terminación *ano* por *il* o *ilo*.

Se prefiere la terminación *ilo* cuando se considera el radical aislado; la terminación *il* se usa cuando el radical está unido a una cadena carbonada.

2.2.4.- Alcanos de cadena ramificada

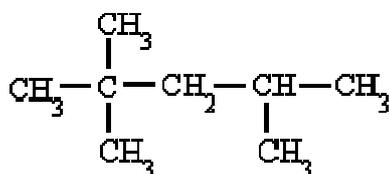
Según las normas de la IUPAC, para nombrar alcanos de cadena ramificada se procede de la forma siguiente:

- **Se elige la cadena más larga**, la cadena llamada principal. Si hay dos o más cadenas con igual número de carbonos se escoge la que tenga mayor número de ramificaciones.



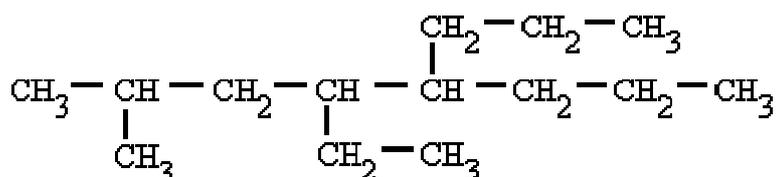
3-metil-hexano

- Se numeran los átomos de carbono de la cadena principal comenzando por el extremo que tenga más cerca alguna ramificación, buscando que la posible serie de números "localizadores" sea siempre la menor posible.



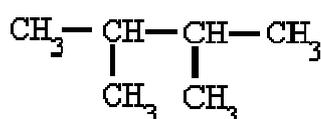
2,2,4-trimetil-pentano, y no 2,4,4-trimetil-pentano

- Las cadenas laterales se nombran antes que la cadena principal, precedidas de su correspondiente número localizador y con la terminación "-il" para indicar que son radicales.
- Si un mismo átomo de carbono tiene dos radicales se pone el número localizador delante de cada radical y se ordenan **por orden alfabético**.



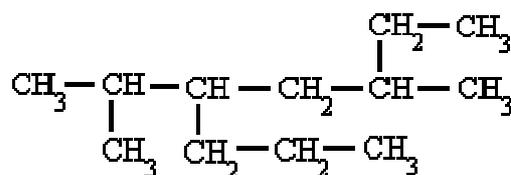
4-etil-2-metil-5-propil-octano

- Si un mismo radical se repite en varios carbonos, se separan los números localizadores de cada radical por comas y se antepone al radical el prefijo "di-", "tri-", "tetra-", etc.



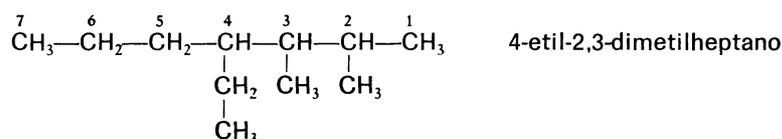
2,3-dimetil-butano

- Si hay dos o más radicales diferentes en distintos carbonos, se nombran **por orden alfabético** anteponiendo su número localizador a cada radical. en el orden alfabético no se tienen en cuenta los prefijos: di-, tri-, tetra- etc. así como sec-, terc-, y otros como cis-, trans-, o-, m-, y p-; pero cuidado si se tiene en cuenta iso-



5-isopropil-3-metil-octano

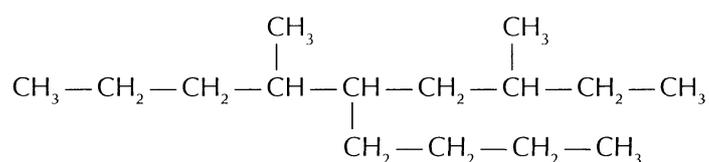
Ejemplos comentados:



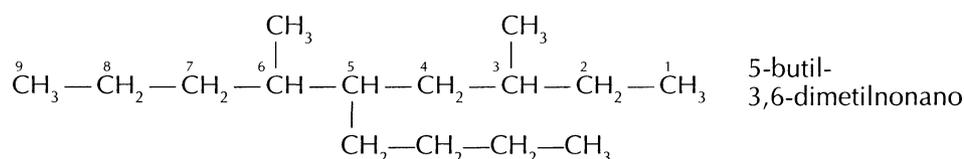
Observa que:

- 1º. Numeramos la cadena principal, empezando la numeración según el criterio indicado.
- 2º. Si al numerar la cadena principal, empezando por cualquiera de sus extremos, los sustituyentes están en los mismos números, se asigna el localizador menor a la primera cadena lateral que se cita en el nombre (por orden alfabético).
- 3º. Los localizadores se escriben delante del nombre del radical, separados entre sí por comas y del radical por un guión.
- 4º. Sólo se pueden acumular localizadores que se refieren a radicales idénticos. En este caso, los localizadores se separan entre sí por comas y los nombres de los radicales llevan los prefijos *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc., indicando cuántas veces aparece el radical en la molécula.
- 5º. Los radicales se nombran en orden alfabético, figurando en último lugar el nombre de la cadena principal.

Vamos a ver algunos ejemplos:



en este caso se pueden elegir tres cadenas de igual número de átomos de carbono; cuando esto ocurre, se elige como cadena principal la que tenga mayor número de cadenas laterales. Por tanto, la numeración y el nombre son:



En el caso de que existan varias cadenas con el mismo n° de carbonos e igual n° de radicales, elegimos como cadena principal aquella cuyos sustituyentes posean localizadores más bajos.

2.2.5.- Si nos dan la fórmula.

Busca la cadena más larga. Numera los carbonos comenzando por el extremo que tenga más cerca una ramificación. Marca los radicales y fíjate a qué carbonos están unidos. Nombra los localizadores seguidos de los nombres de los radicales por orden alfabético. Por último nombra la cadena principal con el prefijo correspondiente y terminada en -ano.

2.2.6.- Si nos dan el nombre.

Escribe la cadena más larga de carbonos, en este caso 5 carbonos. Sitúa los radicales sobre la cadena con la ayuda de los localizadores. Completa el esqueleto de carbonos con hidrógenos hasta completar los cuatro enlaces de cada carbono.

2.2.7.- Otros ejemplos.

$\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_2 & & \\ & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & \end{array}$	3-metil-pentano
$\begin{array}{ccccccccccc} & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{CH}_2 & - & \text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_2 & & & & \text{CH}_3 & & \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array}$	4-etil-2,4-dimetil-hexano
$\begin{array}{ccccccccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & \text{CH} & - & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & & & \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & & & & & & & \end{array}$	3-isopropil-2,5-dimetil-heptano

2.3.- Hidrocarburos insaturados con dobles enlaces: Alquenos u olefinas

2.3.1.- ¿Qué son?

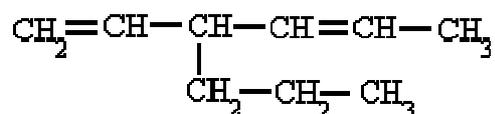
Son hidrocarburos que presentan uno o más *dobles enlaces* entre los átomos de carbono de la cadena hidrocarbonada. La fórmula general, para compuestos que presentan un solo doble enlace, es C_nH_{2n} .



2.3.2.- Cómo se nombran.

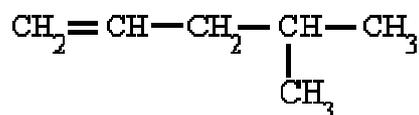
Se nombran igual que los alcanos, pero con la terminación en "-eno". De todas formas, hay que seguir las siguientes reglas:

- **Se escoge como cadena principal la más larga que contenga el doble enlace.** De haber ramificaciones se toma como cadena principal la que contenga el mayor número de dobles enlaces, aunque sea más corta que las otras.



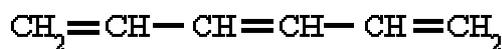
3-propil-1,4-hexadieno

- **Se comienza a contar por el extremo más cercano a un doble enlace**, con lo que el doble enlace tiene preferencia sobre las cadenas laterales a la hora de numerar y nombrar los carbonos, y se nombra el hidrocarburo especificando el primer carbono que contiene ese doble enlace. Recuerda que la numeración se realiza de forma que se asigne el localizador más bajo posible al carbono del doble enlace



4-metil-1-penteno

- En el caso de que hubiera más de un doble enlace se emplean las terminaciones, "-dieno", "-trieno", etc., precedidas por los números que indican la posición de esos dobles enlaces.



1,3,5-hexatrieno

2.3.3.- Si nos dan la fórmula.

Busca la cadena más larga que contenga todos los dobles enlaces. Numera los carbonos comenzando por el extremo que tenga más cerca una insaturación, es decir, un doble enlace. Marca los radicales y fíjate a qué carbonos están unidos. Nombra los localizadores seguidos de los nombres de los radicales por orden alfabético. Por último, nombra la cadena principal con el prefijo correspondiente y terminada en -eno.

2.3.4.- Si nos dan el nombre.

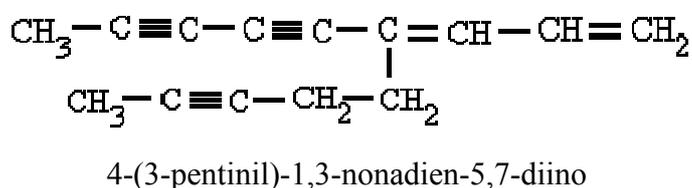
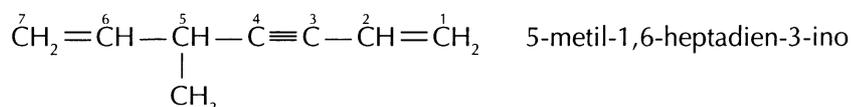
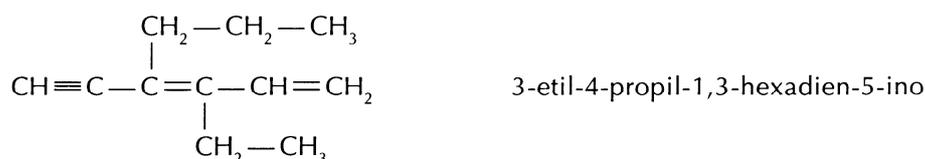
Escribe la cadena más larga de carbonos. Sitúa el doble enlace en el carbono que nos indica el localizador. Sitúa los radicales sobre la cadena con la ayuda de los localizadores. Completa el esqueleto de carbonos con hidrógenos hasta completar los cuatro enlaces de cada carbono.

2.3.5.- Otros ejemplos.

$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	eteno (etileno)
$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$	propeno
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$	1-buteno
$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$	2-buteno
$\text{CH}_2 = \text{CH} -$	etenilo (vinilo)
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 -$	2-propenilo (alilo)
$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} -$	1-propenilo
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$	1,3-butadieno
$\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_2 = & \text{CH} - & \text{CH} - & \text{CH} - & \text{CH}_3 & & \\ & & & & & & \\ & & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 & & & \\ & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & \end{array}$	3-etil-4-metil-1-penteno
$\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_3 - & \text{C} = & \text{CH} - & \text{CH} = & \text{C} - & \text{CH} = & \text{CH}_2 \\ & & & & & & \\ & \text{CH}_3 & & & \text{CH}_2 & & \\ & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 - & \text{CH}_2 & \end{array}$	6-metil-3-propil-1,3,5-heptatrieno

b) *Hidrocarburos de cadena no lineal*

- Se elige como cadena principal aquella que posee el *mayor número de dobles y triples* enlaces en su conjunto. En el caso de que existan varias cadenas con igual número de enlaces dobles y triples, se elige como principal la que *mayor número de átomos de carbono* posee. Si se encuentran varias con igual número de átomos de carbono, se elige la que posea la *mayor cantidad de dobles* enlaces.

**2.4.4.- Si nos dan la fórmula.**

Busca la cadena más larga que contenga todos los triples enlaces. Numera los carbonos comenzando por el extremo que tenga más cerca una insaturación, es decir, un triple enlace. Marca los radicales y fijate a qué carbonos están unidos. Nombra los localizadores seguidos de los nombres de los radicales por orden alfabético. Por último, nombra la cadena principal con el prefijo correspondiente y terminada en -ino.

2.4.5.- Si nos dan el nombre.

Escribe la cadena más larga de carbonos. Sitúa los triples enlaces en los carbonos que nos indican los localizadores. Sitúa los radicales sobre la cadena con la ayuda de los localizadores. Completa el esqueleto de carbonos con hidrógenos hasta completar los cuatro enlaces de cada carbono.

2.4.6.- Otros ejemplos.

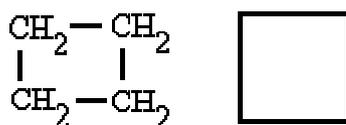
$\text{CH}\equiv\text{CH}$	etino (acetileno)
$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$	propino
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$	1-butino
$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	2-butino
$\text{CH}\equiv\text{C}-$	etinilo
$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-$	2-propinilo
$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-$	1-propinilo
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$	1-pentino

2.5.- Hidrocarburos cíclicos**2.5.1.- ¿Qué son?**

Son hidrocarburos de cadena cerrada. Los ciclos también pueden presentar insaturaciones.

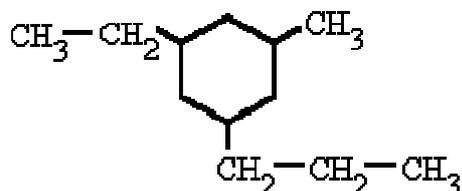
2.5.2.- Cómo se nombran.

- Los hidrocarburos cíclicos se nombran igual que los hidrocarburos (alcanos, alquenos o alquinos) del mismo número de átomos de carbono, pero anteponiendo el prefijo "**ciclo-**".



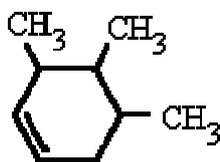
Ciclobutano

- Si el ciclo tiene varios sustituyentes se numeran de forma que reciban los localizadores más bajos, y se ordenan por orden alfabético. En caso de que haya varias opciones decidirá el orden de preferencia alfabético de los radicales.



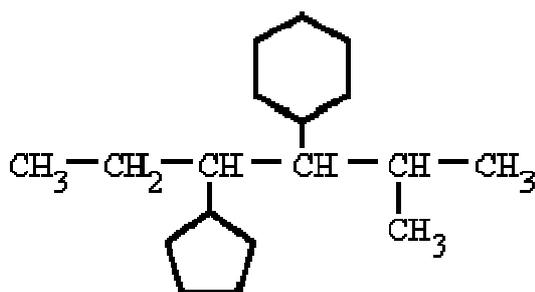
1-etil-3-metil-5-propil-ciclohexano

- En el caso de anillos con insaturaciones, los carbonos se numeran de modo que dichos enlaces tengan los números localizadores más bajos.



3,4,5-trimetil-ciclohexeno

- Si el compuesto cíclico tiene cadenas laterales más o menos extensas, conviene nombrarlo como derivado de una cadena lateral. En estos casos, los hidrocarburos cíclicos se nombran como radicales con las terminaciones "-il", "-enil", o "-inil".



3-ciclohexil-4-ciclopentil-2-metil-hexano

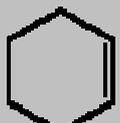
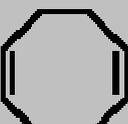
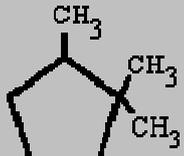
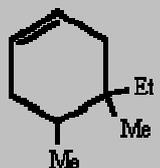
2.5.3.- Si nos dan la fórmula.

Sitúa los localizadores sobre los carbonos del ciclo teniendo en cuenta que debes conseguir los valores más bajos para los mismos. Nombra los radicales, con los correspondientes localizadores, por orden alfabético seguidos del nombre del hidrocarburo de igual número de carbonos del ciclo, precedido del prefijo ciclo-.

2.5.4.- Si nos dan el nombre.

Sobre el ciclo de átomos de carbono sitúa los radicales a partir de los localizadores. Si hay un doble enlace se comienza a contar a partir del mismo. Por último completa el esqueleto de carbonos con los hidrógenos.

2.5.5.- Otros ejemplos.

	ciclopropano
	ciclobutano
	ciclopentano
	ciclohexano
	ciclohexeno
	1,5-ciclooctadieno
	1,1,2-trimetil-ciclopentano
	4-etil-4,5-dimetil-ciclohexeno

2.6.- Hidrocarburos aromáticos.

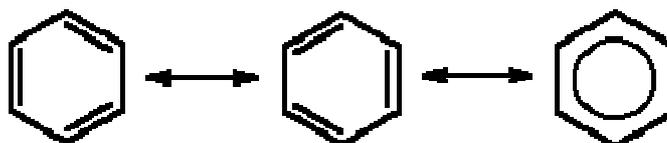
2.6.1.- ¿Qué son?

Son hidrocarburos derivados del benceno. El benceno se caracteriza por una inusual estabilidad, que le viene dada por la particular disposición de los dobles enlaces conjugados.

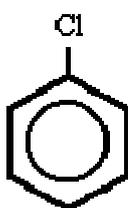
Reciben este nombre (aromáticos) debido a los olores intensos, normalmente agradables, que presentan en su mayoría.

2.6.2.- Cómo se nombran.

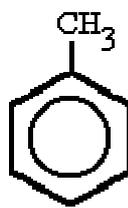
El nombre genérico de los hidrocarburos aromáticos mono y policíclicos es "**areno**" y los radicales derivados de ellos se llaman radicales "**arilo**". Todos ellos se pueden considerar **derivados del benceno**, que es una molécula cíclica, de forma hexagonal y con un orden de enlace intermedio entre un enlace sencillo y un doble enlace. Experimentalmente se comprueba que los seis enlaces son equivalentes, de ahí que la molécula de benceno se represente como una estructura resonante entre las dos fórmulas propuestas por Kekulé, en 1865, según el siguiente esquema:



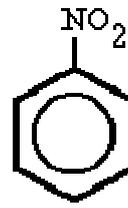
- Cuando el benceno lleva un radical se nombra primero dicho radical seguido de la palabra "**-benceno**".



clorobenceno,

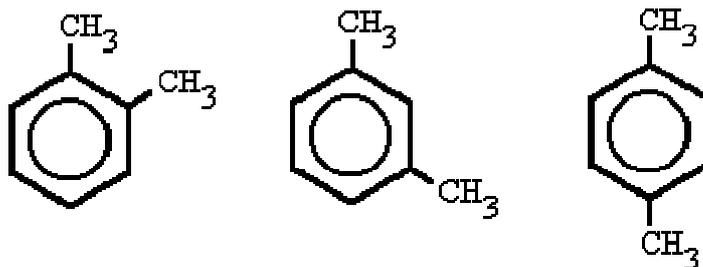


metilbenceno (tolueno)



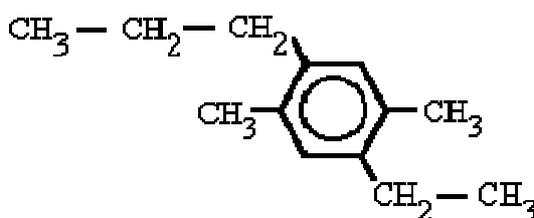
nitrobenceno

- Si son dos los radicales se indica su posición relativa dentro del anillo bencénico mediante los números 1,2; 1,3 ó 1,4, teniendo el número 1 el sustituyente más importante. Sin embargo, en estos casos se sigue utilizando los prefijos "**orto**", "**meta**" y "**para**" para indicar esas mismas posiciones del segundo sustituyente.



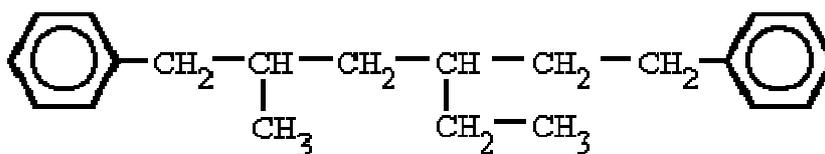
1. 1,2-dimetilbenceno, (o-dimetilbenceno) o (o-xileno)
2. 1,3-dimetilbenceno, (m-dimetilbenceno) o (m-xileno)
3. 1,4-dimetilbenceno, (p-dimetilbenceno) o (p-xileno)

- En el caso de haber más de dos sustituyentes, se numeran de forma que reciban los localizadores más bajos, y se ordenan por orden alfabético. En caso de que haya varias opciones decidirá el orden de preferencia alfabético de los radicales.



1-etil-2,5-dimetil-4-propilbenceno

- Cuando el benceno actúa como radical de otra cadena se utiliza con el nombre de "fenilo".



4-etil-1,6-difenil-2-metil-hexano

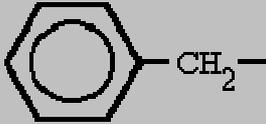
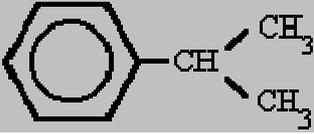
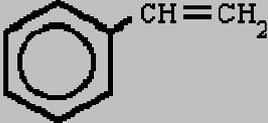
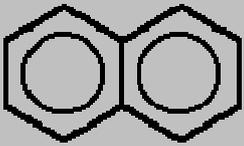
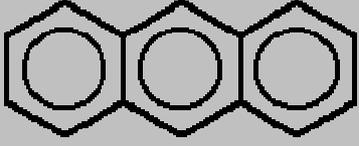
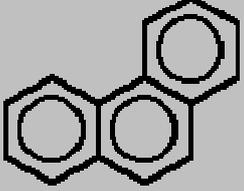
2.6.3.- Si nos dan la fórmula.

Sitúa los localizadores sobre los carbonos del benceno consiguiendo que los localizadores de los radicales sean los más bajos posible. Ordena los radicales por orden alfabético y luego escribe benceno.

2.6.4.- Si nos dan el nombre.

Coloca los localizadores sobre los carbonos del benceno. Sitúa los radicales sobre los carbonos correspondientes y completa la fórmula con los átomos de hidrógeno.

2.6.5.- Otros ejemplos.

	fenilo
	bencilo
	cumeno
	estireno
	naftaleno
	antraceno
	fenantreno
	bifenilo

2.7.- Derivados halogenados de los hidrocarburos

2.7.1.- ¿Qué son?

Son hidrocarburos que contienen en su molécula átomos de halógeno: F, Cl, Br, I. Su estructura general se representa de la siguiente manera $R - X$ o $Ar - X$ (si se trata de un compuesto aromático).

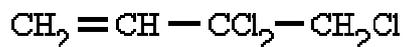
2.7.2.- Cómo se nombran.

Aunque no son hidrocarburos propiamente dichos, al no estar formados únicamente por hidrógeno y carbono, se consideran derivados de estos en lo referente a su nomenclatura y formulación.

- Se nombran anteponiendo el nombre del halógeno (fluoro-, cloro-, bromo-, yodo-) al del hidrocarburo correspondiente. La posición de los átomos de halógeno se indica por medio de localizadores en el caso de que sea necesario.

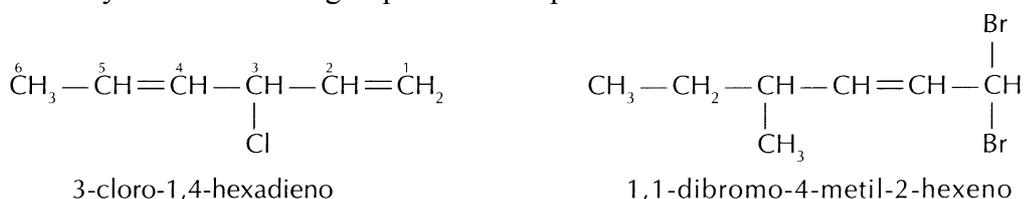


- Si aparece el mismo halógeno repetido, se utilizan los prefijos **di**, **tri**, **tetra**, etc.



3,3,4-**tricloro**-1-buteno

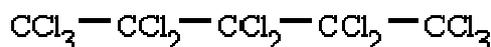
- Si existen dobles y triples enlaces, se numera la cadena de modo que a las insaturaciones les correspondan los localizadores más pequeños. Al nombrar los derivados halogenados de cadena ramificada, los halógenos se consideran radicales y se citan en el lugar que les corresponde en orden alfabético.



3-cloro-1,4-hexadieno

1,1-dibromo-4-metil-2-hexeno

- Cuando todos los hidrógenos de un hidrocarburo están substituidos por un halógeno se antepone el prefijo **per-** al nombre del halógeno.



percloropentano

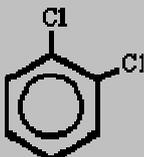
2.7.3.- Si nos dan la fórmula.

Si no hay insaturaciones comienza a contar los carbonos por el extremo que tenga más próximo un halógeno, en caso contrario las insaturaciones tienen preferencia. Escribe los halógenos precedidos de los localizadores y el nombre del correspondiente hidrocarburo.

2.7.4.- Si nos dan el nombre.

Sobre el esqueleto de carbonos del hidrocarburo sitúa los halógenos y completa con hidrógenos.

2.7.5.- Otros ejemplos.

$\text{Cl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	1-cloro-propano
$\text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CHBr} - \text{CH}_3$	2,3-dibromo-butano
$\text{CH}_2\text{Br} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$	1-bromo-2-buteno
	1,2-dicloro-benceno o-dicloro-benceno

3.- Compuestos oxigenados

Son compuestos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno. Estudiamos a continuación las funciones oxigenadas siguientes: alcoholes, fenoles, aldehídos, cetonas, ácidos, ésteres y éteres.

3.1.- Alcoholes.

3.1.1.- ¿Qué son?.

Los alcoholes pueden considerarse derivados de los hidrocarburos al sustituir un átomo de hidrógeno por el grupo —OH (hidroxilo).



Su fórmula general es R—OH.

Pueden existir alcoholes con varios grupos hidroxilo: son los *polialcoholes*.

3.1.2.- Cómo se nombran.

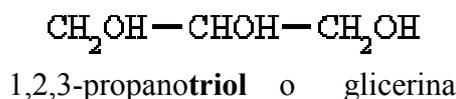
- Se nombran como los hidrocarburos de los que proceden, pero con la terminación "**-ol**", e indicando con un número localizador, el más bajo posible, la posición del grupo alcohólico. Según la posición del carbono que sustenta el grupo -OH, los alcoholes se denominan **primarios**, **secundarios** o **terciarios**.



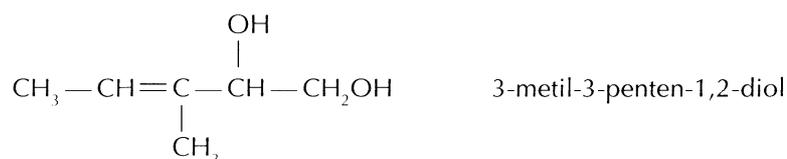
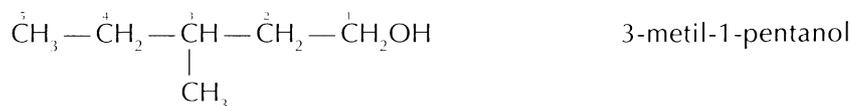
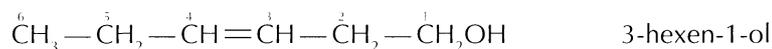
- Si el alcohol es secundario o terciario, se numera la cadena principal de tal modo que corresponda al carbono unido al —OH el localizador más bajo posible.



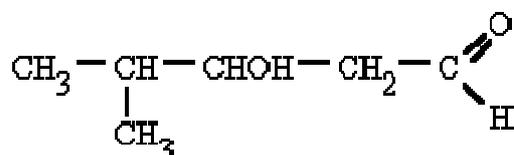
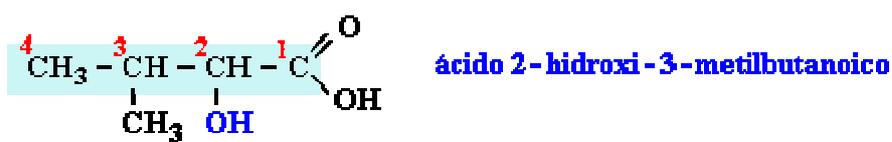
- Si en la molécula hay más de un grupo -OH se utiliza la terminación "**-diol**", "**-triol**", etc., indicando con números las posiciones donde se encuentran esos grupos. Hay importantes polialcoholes como la glicerina "propanotriol", la glucosa y otros hidratos de carbono.



- La función alcohol tiene preferencia al numerar sobre las insaturaciones y los derivados halogenados.



- Cuando el alcohol no es la función principal, se nombra como "hidroxi-", indicando el número localizador correspondiente.



3-hidroxi-4-metil-pentanal

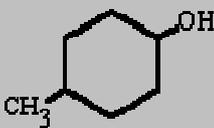
3.1.3.- Si nos dan la fórmula.

Sitúa los localizadores a partir del extremo que tenga más cerca un grupo alcohol. Escribe los localizadores de los grupos OH seguidos del nombre del hidrocarburo terminado en -ol, -diol, -triol, etc. según corresponda.

3.1.4.- Si nos dan el nombre.

Sobre el esqueleto de átomos de carbono sitúa los grupos OH y completa con los hidrógenos.

3.1.5.- Otros ejemplos.

$\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{OH}$	etanol
$\text{CH}_3\text{---CHOH---CH}_3$	2-propanol
$\text{CH}_2=\text{CH---CH}_2\text{---CH}_2\text{OH}$	3-buten-1-ol
$\text{CH}_2\text{OH---CHOH---CH}_2\text{OH}$	propanotriol (glicerol ou glicerina)
	4-metil-ciclohexanol
$\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---CHOH---C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}$	2-hidroxi-butanal

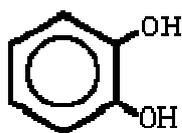
3.2.- Fenoles,3.2.1.- ¿Qué son?.

Son derivados aromáticos que presentan grupos "**hidroxilo**", **-OH**.

Los fenoles tienen cierto carácter ácido y forman sales metálicas. Se encuentran ampliamente distribuidos en productos naturales, como los taninos.

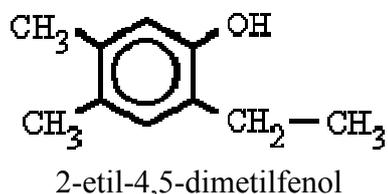
3.2.2.- Cómo se nombran.

- Se nombran como los alcoholes, con la terminación "**-ol**" añadida al nombre del hidrocarburo, cuando el grupo OH es la función principal. Cuando el grupo OH no es la función principal se utiliza el prefijo "**hidroxi-**" acompañado del nombre del hidrocarburo.



1,2-benzenodiol

- Si el benceno tiene varios sustituyentes, diferentes del OH, se numeran de forma que reciban los localizadores más bajos desde el grupo OH, y se ordenan por orden alfabético. En caso de que haya varias opciones decidirá el orden de preferencia alfabético de los radicales.



3.2.3.- Si nos dan la fórmula.

Comienza a contar por el grupo OH y en el sentido en que se consigan localizadores más bajos para los radicales. Nombra los radicales con los localizadores seguidos de benceno terminado en -ol.

3.2.4.- Si nos dan el nombre.

Sobre el benceno coloca los localizadores para situar los radicales y los grupos OH. Completa luego los hidrógenos que faltan.

3.2.5.- Otros ejemplos.

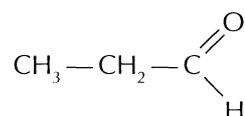
	bencenol Hidroxibenceno (fenol)
	1,2-benzenodiol (pirocatecol)
	1,3-benzenodiol (resorcinol)
	1,4-benzenodiol (hidroquinona)
	4-etil-1,3-benzenodiol
	2-etil-5-metil-bencenol

3.3.- Aldehídos.

3.3.1.- ¿Qué son?.

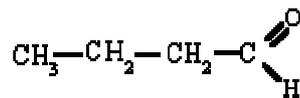
Tanto los aldehídos como las cetonas (que veremos más adelante) se caracterizan por tener un doble enlace carbono – oxígeno en su grupo funcional: es el grupo carbonilo (—C=O). En los aldehídos el grupo carbonilo se encuentra en un extremo de la cadena, es decir, en un carbono terminal, mientras que en las cetonas el grupo carbonilo nunca se encuentra en un extremo de la cadena.

Teóricamente se puede considerar a los aldehídos como derivados de los hidrocarburos al sustituir dos átomos de hidrógeno de un carbono terminal por un átomo de oxígeno. Su fórmula general es $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$.



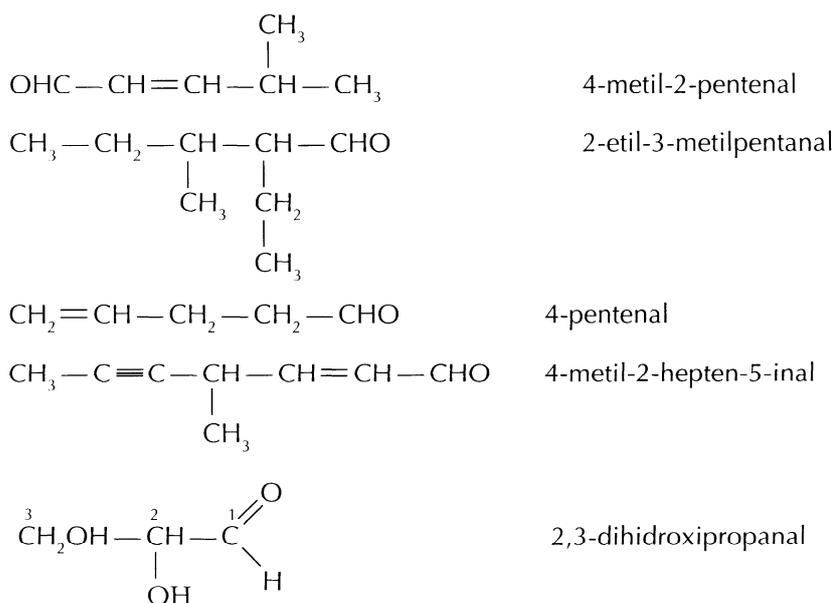
3.3.2.- Cómo se nombran.

- Sus nombres provienen de los hidrocarburos de los que proceden, pero con la terminación "-al".



Butanal

- El grupo carbonilo (—C=O) es preferente sobre radicales, insaturaciones y alcoholes, empezándose a numerar la cadena por el extremo donde se encuentra dicho grupo carbonilo. Sólo cuando existen grupos carbonilo en ambos extremos se tienen en cuenta los criterios sobre alcoholes, insaturaciones y radicales para decidir por dónde se comienza a numerar.

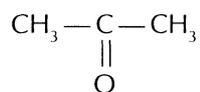


3.3.5.- Otros ejemplos.

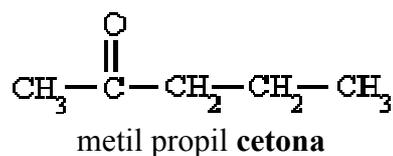
$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	etanal
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	butanal
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	3-butenal
$\text{CH}\equiv\text{C}-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	3-fenil-4-pental
$\text{OHC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$	butanodial
$\text{OHC}-\text{C} \equiv \text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CHO}$	4,4-dimetil-2-hexinodial

3.4.- Cetonas.3.4.1.- ¿Qué son?.

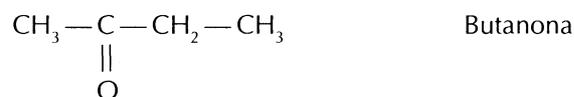
Pueden considerarse derivadas de los hidrocarburos al sustituir dos átomos de hidrógeno, unidos a un carbono secundario, por un átomo de oxígeno. Su fórmula general es $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$, para un solo grupo cetónico.

3.4.2.- Cómo se nombran.

- Se pueden nombrar de dos formas: anteponiendo a la palabra "cetona" el nombre de los dos radicales unidos al grupo carbonilo



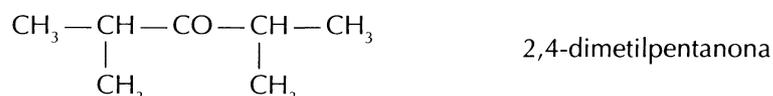
o, más habitualmente, como derivado del hidrocarburo por substitución de un CH₂ por un CO, con la terminación "-ona", y su correspondiente número localizador, siempre el menor posible y prioritario ante dobles o triples enlaces.



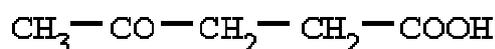
(observa que en este caso no es necesario especificar el localizador)



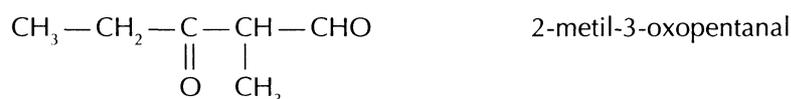
3-pentanona



- La función cetona tiene prioridad sobre los alcoholes, radicales e insaturaciones, pero no la tiene sobre los aldehídos. Cuando se encuentra en una cadena con un aldehído, se considera la cetona como sustituyente, y para indicar el átomo de oxígeno del grupo carbonilo de la cetona se emplea el prefijo *oxo*-.



ácido 4-oxopentanoico



3.4.3.- Si nos dan la fórmula.

Nombra los radicales por orden alfabético seguidos de la palabra cetona, o nombra el hidrocarburo terminado en -ona, especificando, si fuese necesario el localizador.

3.4.4.- Si nos dan el nombre.

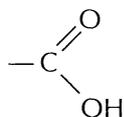
En función de la nomenclatura que hayan utilizado, sitúa los radicales a los dos lados del grupo carbonilo o, escribe la estructura de la cadena principal, coloca el grupo carbonilo en la posición correspondiente y completa con hidrógenos.

3.4.5.- Otros ejemplos.

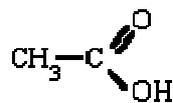
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	propanona, ou dimetilcetona (acetona)
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	butanona, ou etil metil cetona
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	2-pentanona,ou metil propil cetona
$\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	3-buten-2-ona
	ciclohexanona
$\text{CH}_3-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_3$	4-hexin-2-ona,ou 2-butilil metil cetona

3.5.- Ácidos carboxílicos3.5.1.- ¿Qué son?

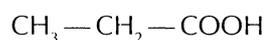
Estos compuestos se caracterizan por poseer un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$), que presenta carácter ácido y sólo puede encontrarse en carbonos primarios, ya que el carbono posee un doble enlace carbono-oxígeno, un enlace sencillo carbono-oxígeno y otro enlace sencillo carbono-carbono:

3.5.2.- Cómo se nombran.

- Se nombran anteponiendo la palabra "**ácido**" al nombre del hidrocarburo del que proceden y con la terminación "**-oico**".



ácido etanoico

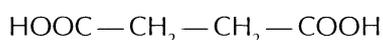


Ácido propanoico

- Son numerosos los ácidos que tienen dos grupos funcionales (dicarboxílicos), que se nombran con la terminación "**-dioico**"

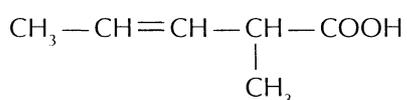


ácido propanodioico

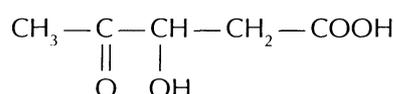


Ácido butanodioico

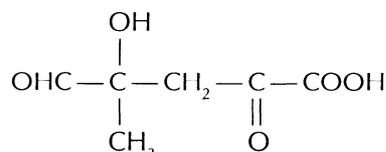
- Los ácidos carboxílicos pueden estar ramificados y presentar dobles o triples enlaces. La función ácido prevalece en la nomenclatura sobre todas las estudiadas anteriormente; por tanto, si en un compuesto se halla la función ácido, las demás se consideran como sustituyentes y la función principal será la del ácido.



Ácido 2-metil-3-pentenoico

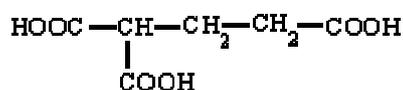


Ácido 3-hidroxi-4-oxopentanoico

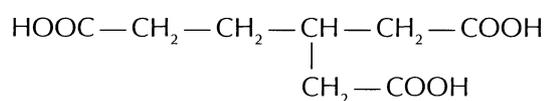


Ácido 4-hidroxi-5-formil-2-oxopentanoico

- Cuando los grupos carboxílicos ($-\text{COOH}$), se encuentran en las cadenas laterales, se nombran utilizando el prefijo "**carboxi-**" y con un número localizador de esa función. Aunque en el caso de que haya muchos grupos ácidos también se puede nombrar el compuesto posponiendo la palabra "**tricarboxílico**", "**tetracarboxílico**", etc., al hidrocarburo del que proceden.

ácido 2-**carboxi**pentanodioico o ácido 1,1,3-propano**tricarboxílico**

Ácido 3-carboxihexanodioico



Ácido 3-(1-carboximetil)-hexanodioico

- Con frecuencia se sigue utilizando el nombre tradicional, aceptado por la IUPAC, para muchos ácidos, fíjate en los ejemplos.

<i>Fórmula</i>	<i>Nombre</i>	<i>Tradicional</i>
HCOOH	Ác. metanoico	Ac. fórmico
CH ₃ - COOH	Ác. etanoico	Ac. acético
CH ₃ - CH ₂ - COOH	Ác. propanoico	Ac. propiónico
CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - COOH	Ác. butanoico	Ac. butírico

3.5.3.- Si nos dan la fórmula.

Coloca los localizadores desde el carbono del carboxilo. Después de la palabra ácido escribe el nombre del hidrocarburo terminado en -oico.

3.5.4.- Si nos dan el nombre.

Sobre el esqueleto de carbonos sitúa el carboxilo en un extremo, y los radicales o insaturaciones en el localizador correspondiente. Completa después los hidrógenos.

3.5.5.- Otros ejemplos.

	ác. metanoico (ác. fórmico)
	ác. etanoico (ác. acético)
	ác. propenoico
	ác. benceno-carboxílico (ác. benzoico)
HOOC - CH ₂ - COOH	ác. propanodioico (ác. malónico)
HOOC - CH - CH ₂ - CH ₂ - COOH COOH	1,1,3-propano-tricarboxílico

3.6.- Ésteres y sales de ácidos carboxílicos

3.6.1.- ¿Qué son?

Los aniones de los ácidos carboxílicos se obtienen por pérdida del átomo de hidrógeno del grupo carboxilo. Se nombran reemplazando la terminación *-ico* del ácido por la terminación *-ato* (al igual que en Química Inorgánica).

Ácido	Anión
$\text{CH}_3 - \text{COOH}$	$\text{CH}_3 - \text{COO}^-$
Ácido etanoico	Ion (anión) etanoato
Ácido acético	Ion (anión) acetato

- Si sustituimos el hidrógeno del grupo carboxilo por un metal, obtenemos las sales de los ácidos carboxílicos.

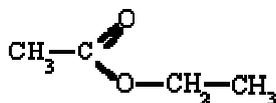
Ácido	Anión	Sal
$\text{CH}_3 - \text{COOH}$	$\text{CH}_3 - \text{COO}^-$	$\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{Na}$
Ácido etanoico	Ion (anión) etanoato	Etanoato de sodio
Ácido acético	Ion (anión) acetato	Acetato de sodio
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COO}^-$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COO} - \text{K}$
Ácido propanoico	Ion (anión) propanoato	Propanoato de potasio
Ácido propiónico	Ion (anión) propionato	Propionato de potasio

- Si el hidrógeno es sustituido por *radicales alquílicos*, se obtienen los ésteres.

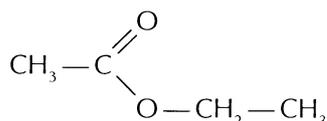


3.6.2.- Cómo se nombran.

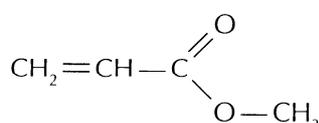
- Se nombran partiendo del radical ácido, RCOO, terminado en "**-ato**", seguido del nombre del radical alquílico, R'.



etanoato de etilo ou acetato de etilo

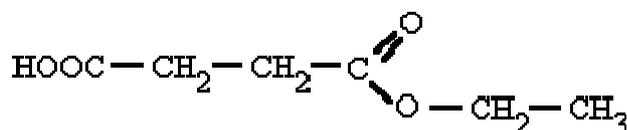


Etanoato de etilo (acetato de etilo)

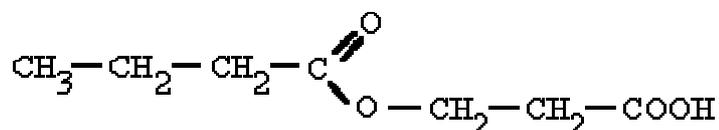


Propenoato de metilo (proionato de metilo)

- Si el grupo éster no es el grupo principal el nombre depende de que sea R o R' el grupo principal:
 - Si es R el grupo principal el sustituyente COOR' se nombra como **alcoxicarbonil-** o **ariloxicarbonil-**.

ácido 3-**etoxicarbonil**-propanoico

- Si es R' el grupo principal el sustituyente RCOO se nombra como **aciloxi-**.

ácido 3-**butanoiloxi**-propanoico**3.6.3.- Si nos dan la fórmula.**

Numera los carbonos del radical ácido y señala el radical que substituye al H del ácido. Nombra el radical ácido terminado en -ato seguido de "de" y del nombre del radical alquílico.

3.6.4.- Si nos dan el nombre.

El esqueleto de carbonos del radical ácido lo continuas con el radical alquílico. Luego completa con los hidrógenos.

3.6.5.- Otros ejemplos.

	metanoato de metilo (formiato de metilo)
	etanoato de etilo (acetato de etilo)
	benzoato de etilo
	propanoato de fenilo
	3-butenato de metilo
	isopentiloato de isopropilo

3.7.- Éteres.

3.7.1.- ¿Qué son?.

Los éteres constituyen una clase de compuestos oxigenados formados por dos radicales hidrocarbonados que se unen a través de un átomo de oxígeno:

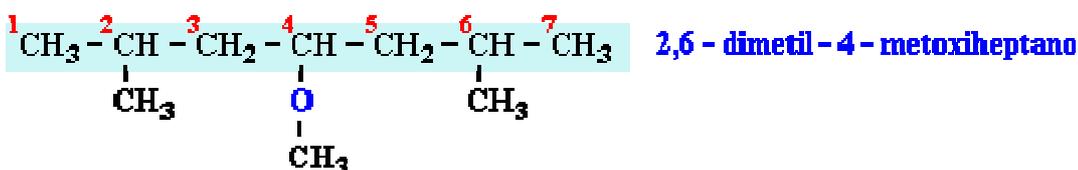
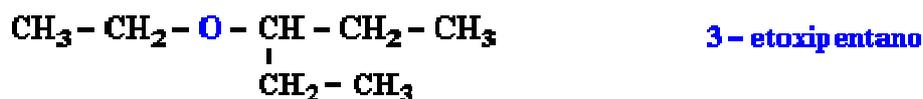
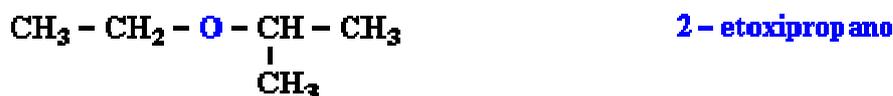


3.7.2.- Cómo se nombran.

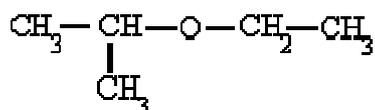
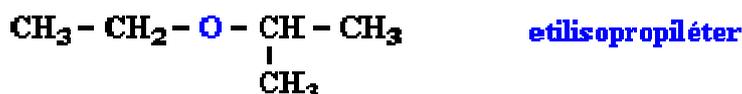
- En primer lugar, el grupo más sencillo unido al oxígeno es el grupo alcóxido que se nombra igual que el hidrocarburo del que proviene terminado en **-oxi**. Los más sencillos son:

<i>Grupo</i>	<i>Grupo</i>
CH ₃ - O -	metoxilo
CH ₃ - CH ₂ - O -	etoxilo
CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - O -	propoxilo
CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - O -	butoxilo
C ₆ H ₅ - O -	fenoxilo

- Nombre del sustituyente más complejo indicando con un número la posición del carbono unido directamente al oxígeno:

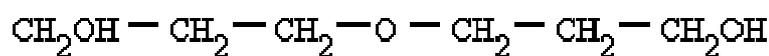


- El nombre "vulgar" de los éteres, también admitido por la IUPAC, consiste en nombrar cada uno de los radicales a los que está unido el oxígeno en orden alfabético, seguido con la terminación **-éter**. Si los dos radicales son idénticos (éteres simétricos), no es necesario indicar los dos radicales. Por ejemplo:



etil isopropil éter

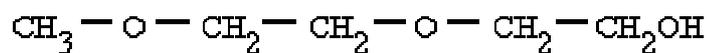
- En éteres complejos podemos emplear otros métodos:
 - Si los grupos unidos al oxígeno son iguales y poseen una función preferente sobre la éter, después de los localizadores de la función éter se pone la partícula **oxi-** y el nombre de los grupos principales.



3,3-oxidipropan-1-ol

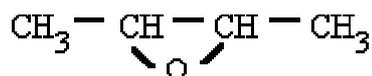
- Si aparecen varios grupos éter se nombran como si cada uno substituyera a un

CH₂ a través de la partícula **-oxa-**.



3,6-dioxaheptan-1-ol

- Si un grupo éter está unido a dos carbonos contiguos de un hidrocarburo se nombran con la partícula **epoxi-**.



2,3-epoxibutano

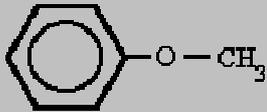
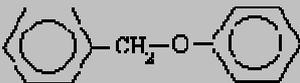
3.7.3.- Si nos dan la fórmula.

Lo más cómodo es señalar los radicales. Después de nombrarlos por orden alfabético escribe la palabra éter.

3.7.4.- Si nos dan el nombre.

Sitúa los radicales separados por el O característico del grupo éter.

3.7.5.- Otros ejemplos.

$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	metoxietano etil metil éter
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	etoxieteno etenil etil éter etil vinil éter
	metoxibenceno fenil metil éter
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$	1-isopropoxi-2-metilpropano isobutil isopropil éter
	bencil fenil éter
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	4-metoxi-2-penteno

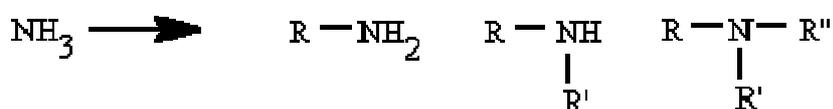
4.- Compuestos nitrogenados

Son compuestos constituidos por carbono, hidrógeno y nitrógeno; algunos de ellos pueden contener oxígeno. Aquí estudiaremos las aminas, las amidas, los nitrilos y los nitrocompuestos.

4.1.- Aminas

4.1.1.- ¿Qué son?

Se pueden considerar compuestos derivados del amoníaco (NH_3) al sustituir uno, dos o tres de sus hidrógenos por radicales alquílicos o aromáticos. Según el número de hidrógenos que se substituyan se denominan aminas primarias, secundarias o terciarias.

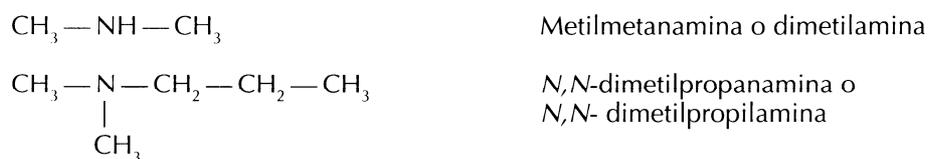
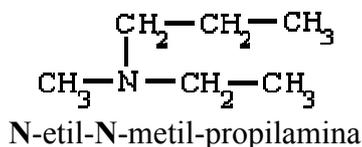


4.1.2.- Cómo se nombran.

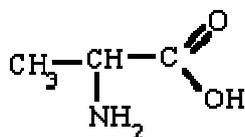
- En las aminas primarias, se nombran añadiendo al nombre del radical hidrocarbonado el sufijo "**-amina**".



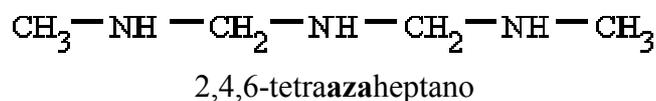
- En las aminas secundarias y terciarias, si un radical se repite se utilizan los prefijos "**di-**" o "**tri-**", aunque, frecuentemente, y para evitar confusiones, se escoge el radical mayor y los demás se nombran anteponiendo una N para indicar que están unidos al átomo de nitrógeno.



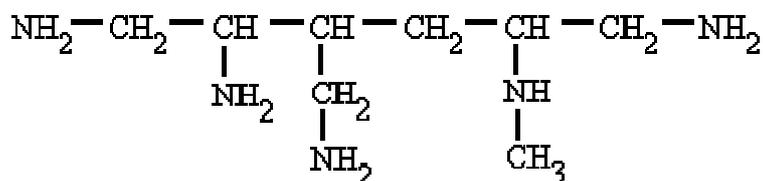
- Cuando las aminas primarias no forman parte de la cadena principal se nombran como sustituyentes de la cadena carbonada con su correspondiente número localizador y el prefijo "amino-".

ácido 2-**aminopropanoico**

- Cuando varios N formen parte de la cadena principal se nombran con el vocablo **aza**.



- Los N que no formen parte de la cadena principal se nombran como **amino-**, **aminometil-**, **metilamino-**, etc.

3-**amino**-4-**aminometil**-6-**metilamino**-1,6-hexanodiamina

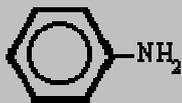
4.1.3.- Si nos dan la fórmula.

Nombra el radical más importante unido al nitrógeno terminado en -amina. Antes nombra los demás radicales unidos al nitrógeno precedidos de la letra N.

4.1.4.- Si nos dan el nombre.

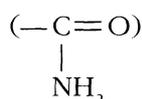
El radical seguido del sufijo -amina es el principal. Los radicales precedidos de la N están unidos al nitrógeno del grupo amina.

4.1.5.- Otros ejemplos.

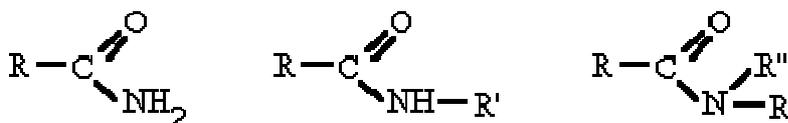
$\text{CH}_3\text{—NH}_2$	metilamina
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—N—CH}_3 \end{array}$	trimetilamina
$\text{CH}_3\text{—NH—CH}_2\text{—CH}_3$	N-metiletilamina
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—N—CH}_2\text{—CH}_3 \end{array}$	N-etil-N-metilpropilamina
	fenilamina (anilina)
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{—CH—C} \\ \quad \backslash \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	ácido 2-aminopropanoico

4.2.- Amidas.4.2.1.- ¿Qué son?.

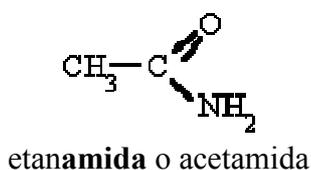
Las amidas son compuestos que se pueden considerar derivados de los ácidos al sustituir su grupo—OH por el grupo—NH₂. La característica fundamental de las amidas es la unión del nitrógeno al carbono del grupo carbonilo en sustitución del grupo —OH del ácido

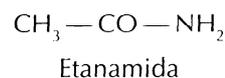
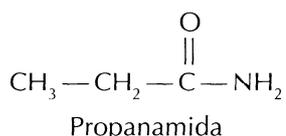
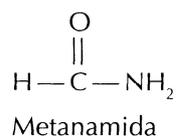


dando lugar a amidas sencillas, amidas N-sustituidas o N, N-disustituidas.

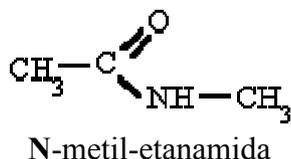
4.2.2.- Cómo se nombran.

- Si la función amida es la principal, se nombran como el ácido del que provienen, sustituyendo la terminación *-oico* del ácido del que derivan por el sufijo *-amida*

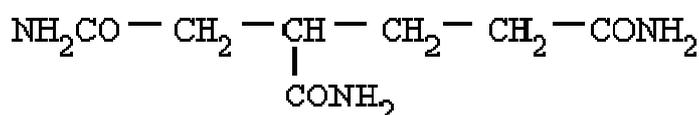




- Si se trata de amidas sustituidas hay que especificar los radicales unidos al nitrógeno anteponiendo la letra N.

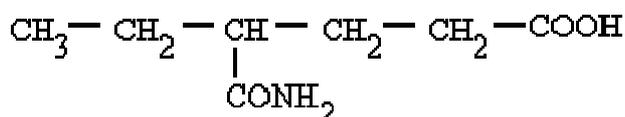


- Se utiliza el sufijo **-carboxamida** para el grupo $-\text{CO}-\text{NH}_2$ cuando el ácido de referencia se nombra usando el sufijo **-carboxílico**.

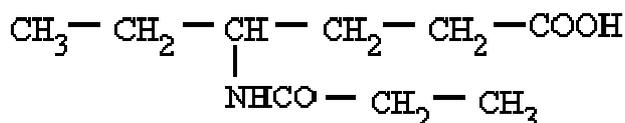


1,2,4-butanotricarboxamida

- Cuando la función amida no es la principal, el grupo $-\text{CO}-\text{NH}_2$ se nombra por el prefijo **carbamoil-**, y un grupo como $-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3$ por el prefijo **metilcarbamoil-**. El grupo $-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}_3$ se nombra como **acetamido-**, y el grupo $-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ como **propanocarboxamido-**.



ácido 4-carbamoilhexanoico



ácido 4-etanocarboxamidohexanoico

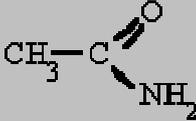
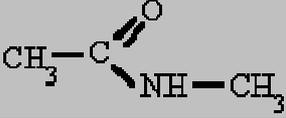
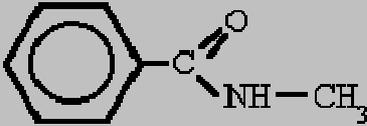
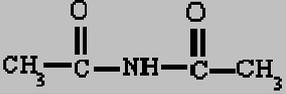
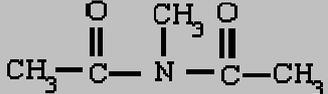
4.2.3.- Si nos dan la fórmula.

Nombra los radicales unidos al nitrógeno precedidos de la N. Luego nombra la cadena que contiene el carbonilo terminada en -amida.

4.2.4.- Si nos dan el nombre.

La raíz anterior al sufijo -amida es la cadena principal. Después del nitrógeno sitúa los radicales precedidos de la N. Completa luego los hidrógenos.

4.2.5.- Otros ejemplos.

	etanamida ou acetamida
	benzamida
	N-metiletanamida ou N-metilacetamida
	N-metilbenzamida
	diacetamida
	N-metildiactamida

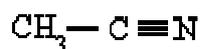
4.3.- Nitrilos4.3.1.- ¿Qué son?

Se caracterizan por tener el grupo funcional "ciano" -CN, por lo que a veces también se les denomina cianuros de alquilo.

4.3.2.- Cómo se nombran.

Hay varios sistemas válidos de nomenclatura para estos compuestos. En los casos sencillos las posibilidades son tres:

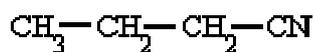
- Añadir el sufijo **-nitrilo** al nombre del hidrocarburo de igual número de átomos de carbono:



Etanonitrilo

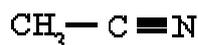
no es necesario especificar dónde está el grupo nitrilo ya que necesariamente debe ir en un carbono terminal.

- considerarlo como un derivado del ácido cianhídrico, HCN:



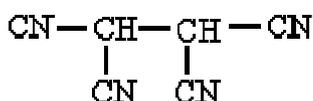
cianuro de propilo

- nombrarlo como derivado del ácido RCOOH, relacionando RCOOH con RCN, en el caso de que dicho ácido tenga nombre trivial aceptado.



Acetonitrilo

- Otra nomenclatura para el grupo -CN es el sufijo **-carbonitrilo**.



1,1,2,2-etanotetracarbonitrilo

- Cuando el grupo CN no sea el principal se nombra como **ciano-**

4.3.3.- Si nos dan la fórmula.

Numera la cadena principal de la que forma parte el carbono del nitrilo. Indica con los localizadores los radicales o las insaturaciones y nombra la cadena principal terminada en nitrilo.

4.3.4.- Si nos dan el nombre.

En la cadena principal sitúa los radicales y las insaturaciones junto con el grupo nitrilo. Completa por último los hidrógenos.

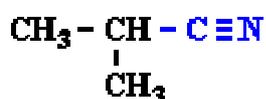
4.3.5.- Otros ejemplos.



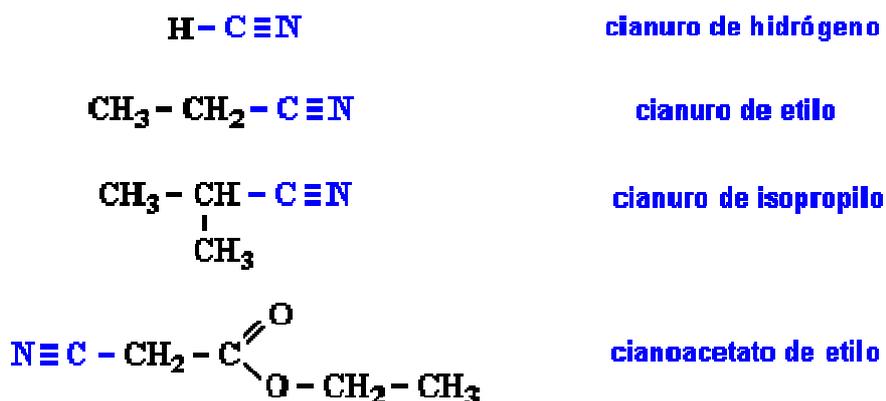
Metanonitrilo (cianuro de hidrógeno)



Propanonitrilo



2 - metilpropanonitrilo



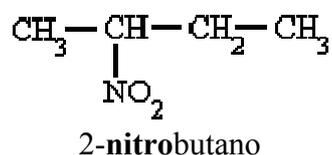
4.4.- Nitrocompuestos.

4.4.1.- ¿Qué son?

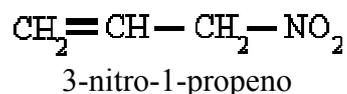
Se pueden considerar derivados de los hidrocarburos en los que se substituyó uno o más hidrógenos por el grupo "nitro", $-\text{NO}_2$.

4.4.2.- Cómo se nombran.

- Se nombran como sustituyentes del hidrocarburo del que proceden indicando con el prefijo "nitro-" y un número localizador su posición en la cadena carbonada.



- Las insaturaciones tienen preferencia sobre el grupo nitro.



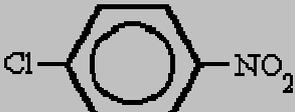
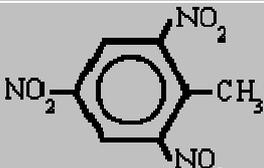
4.4.3.- Si nos dan la fórmula.

Sitúa los localizadores a partir del grupo nitro, pero si hay insaturaciones estas tienen preferencia. Nombra el nitro con el localizador y después el hidrocarburo correspondiente.

4.4.4.- Si nos dan el nombre.

Sitúa el grupo nitro sobre el hidrocarburo y completa con los hidrógenos.

4.4.5.- Otros ejemplos.

CH_3-NO_2	nitrometano
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{NO}_2$	3-nitro-1-propeno
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NO}_2 \end{array}$	2-nitrobutano
	nitrobenceno
	p-cloronitrobenceno
	2,4,6-trinitrotolueno (T.N.T.)