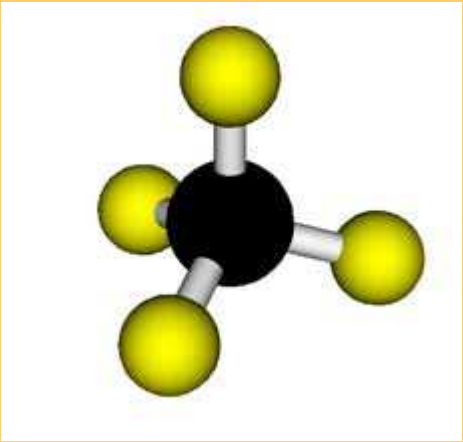
BACHILLERATO

FÍSICA Y QUÍMICA

VIII. QUÍMICA DEL CARBONO. FORMULACIÓN ORGÁNICA



I.E.S. Padre Manjón
Granada

R. Artacho

Dpto. de Física y Química

Índice

1. Enlaces del carbono
2. Hidrocarburos
3. Halogenuros de alquilo
4. Compuestos oxigenados
5. Compuestos nitrogenados
6. Isomería
7. El petróleo
8. Desarrollo de los compuestos orgánicos de síntesis

1 Enlaces del carbono

- **Lavoisier** observó que en las reacciones de combustión de sustancias orgánicas siempre aparecía **dióxido de carbono** (CO_2) y **agua** (H_2O).
- Estos resultados indicaban que el carbono y el hidrógeno eran constituyentes básicos de tales compuestos.
- Más tarde se comprobó que pueden aparecer otros elementos: **oxígeno, nitrógeno, halógenos, azufre y fósforo**.

- **Wöhler** fue el primero en sintetizar un producto orgánico a partir de sustancias inorgánicas:

$$NH_4 - N = C = O \xrightarrow{Q} \begin{matrix} H_2N \diagdown \\ \\ H_2N \diagup \end{matrix} C = O$$

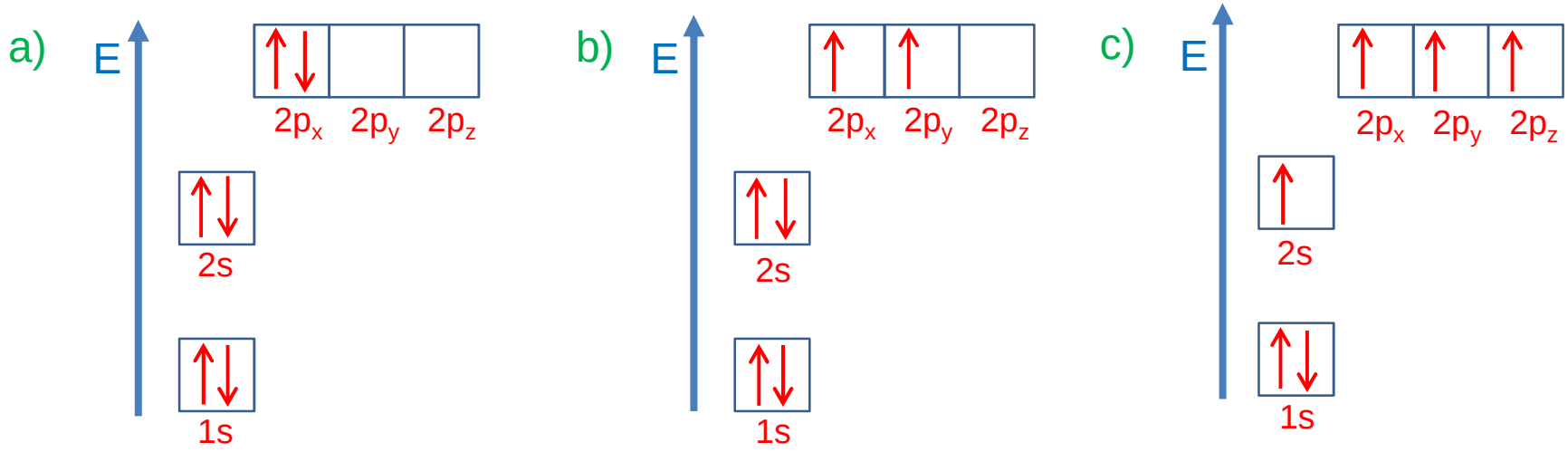
cianato de amonio
urea

- **Kekulé** señaló que todas las sustancias orgánicas contenían uno o más átomos de carbono en su molécula y propuso sustituir la expresión de **sustancia orgánica** por la de **compuesto del carbono**.

1.1. El átomo de carbono

☞ La configuración electrónica del átomo de carbono es: $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$

☞ Se pueden distribuir de tres formas distintas:



☞ La solución **a)** es inestable (regla de Hund).

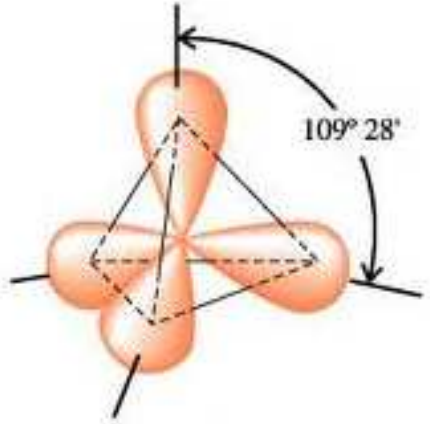
☞ La **b)** corresponde al carbono divalente. Compuestos reactivos y efímeros (CO).

☞ La **c)** es la más estable. El aporte de energía para promocionar un electrón 2s al 2p es compensado por la formación de los cuatro enlaces covalentes.

1.1. El átomo de carbono

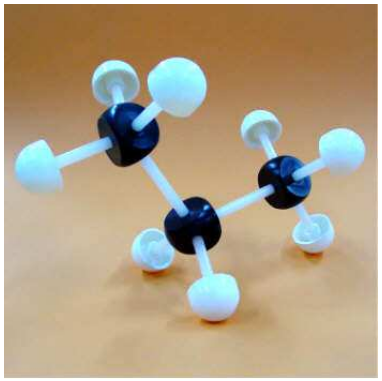
Tipos de enlaces carbono-carbono

- **Sencillos:** se forman por la compartición de un par de electrones



☞ Se minimiza la repulsión colocándose los enlaces lo más lejos unos de otros. Se forma un tetraedro regular y forman entre sí un ángulo de 109,5 º.

☞ El carbono puede unirse a otros carbonos y formar, así, cadenas largas en zigzag con numerosos átomos, cada uno de los cuales puede girar libremente alrededor del eje de enlace. El propano (C_3H_8) es un ejemplo.



1.1. El átomo de carbono

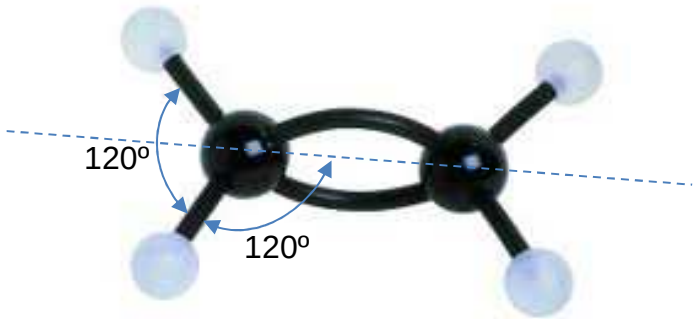
Tipos de enlaces carbono-carbono

- **Dobles**: se forman por la compartición de dos pares de electrones

☞ En este caso, el enlace se localiza en un **plano** y forma ángulos de 120º.

☞ Los enlaces quedan dirigidos a los vértices de un triángulo equilátero.

☞ En este doble enlace (C=C) no hay libre rotación. El eteno (CH_2=CH_2) es un ejemplo:



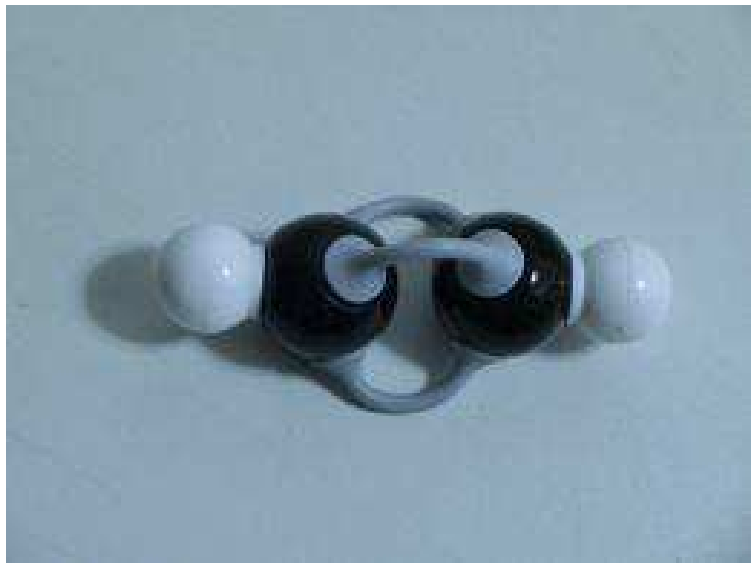
1.1. El átomo de carbono

Tipos de enlaces carbono-carbono

- **Triples:** se forman por la compartición de tres pares de electrones

☞ En este caso, el enlace es **lineal** y los átomos forman ángulos de 180º.

☞ En este triple enlace (C≡C) no hay libre rotación. El etino (CH≡CH) es un ejemplo:



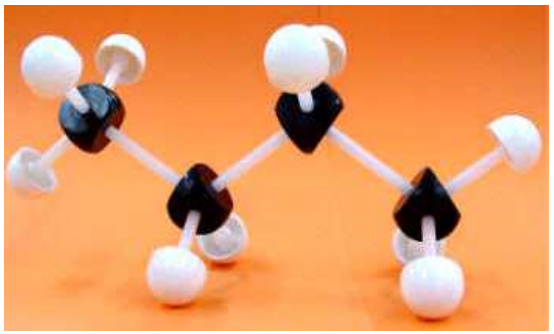
1.1. El átomo de carbono

Tipos de compuestos de carbono

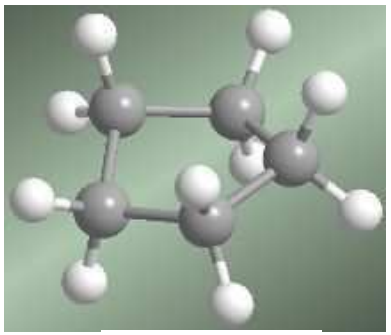
- Los que solo poseen enlaces sencillos son denominados **compuestos saturados**, y los que presentan algún enlace doble o triple, **compuestos insaturados** o **no saturados**.

- Las cadenas pueden ser **abiertas** (**compuestos acíclicos**) o **cerradas** (**compuestos cíclicos**).

- Todos pueden tener ramificaciones.



butano



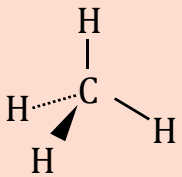
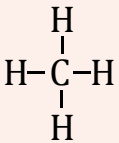
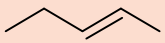
ciclopentano

sacarina

1.2. Representación de las moléculas orgánicas

- **Fórmula empírica**: Indica la relación más sencilla entre los átomos de los elementos que forman la molécula. Por ejemplo: $(CH_3)_n$, donde *n* es un número natural.

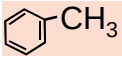
- **Fórmula molecular**: Indica la relación exacta entre el número de átomos de cada elemento que forma esa molécula. Por ejemplo: $(CH_3)_2 \rightarrow C_2H_6$.

Fórmulas Moleculares	Molécula	Nombre
Geométricas		metano
Desarrolladas		metano
Semidesarrolladas	$CH_3–CHBr–CH_2Br$ 	1,2-dibromopropano pent-2-eno

1.3. Serie homóloga y grupo funcional

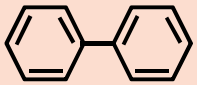
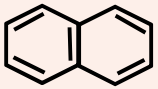
- Se puede sustituir uno o más átomos de hidrógeno por otro átomo o conjunto de átomos, para dar lugar a otro compuesto orgánico con propiedades químicas y físicas totalmente diferentes.
- El átomo o grupo de átomos que sustituye al hidrógeno se denomina **grupo funcional**.
- Aquellos compuestos que poseen el mismo grupo funcional con distinta masa molecular y que tienen propiedades físicas y químicas parecidas forman una **serie homóloga**.
- Cada grupo funcional recibe un nombre y para su nomenclatura se utilizará un *sufijo* y un *prefijo* específico que se añaden al nombre, dependiendo de si el grupo funcional es el principal o si actúa como sustituyente.
- Los compuestos pueden tener un grupo funcional o más de uno. A estos últimos se los denomina **polifuncionales**, y para nombrarlos se sigue el **orden de prioridad**.

1.3. Serie homóloga y grupo funcional

Orden de prioridad	Grupo Funcional	Sufijo y prefijo	Ejemplo
Ácidos carboxílicos	R-COOH	Ácido+ -oico	CH_3-CH_2-COOH (ácido propanoico)
Ésteres	R-COO-R'	R-ato de R'-ilo	CH_3-$COOHCH_3$ (etanoato de metilo)
Haluros de ácido	R-COX	X-uro de R-oilo	CH_3-COCl (cloruro de etanoilo)
Amidas	R-$CONH_2$	-amida	CH_3-$CONH_2$ (etanoamida)
Nitrilos	R-C≡N	-nitrilo o cianuro de -ilo	CH_3-C≡N (etanonitrilo) o c. de metilo
Aldehídos	R-CHO	-al	CH_3-CHO (etanal)
Cetonas	R-CO-R'	-ona	CH_3-CO-CH_3 (propanona)
Alcoholes	R-OH	-ol	CH_3-CH_2OH (etanol)
Hidrocarburos aromáticos		benceno	 (metilbenceno)
Aminas	R-NH_2	-amina	CH_3-NH_2 (1-metilamina)
Éteres	-O-	-éter u -oxi-	CH_3-O-CH_2-CH_3 (etilmetiléter o etoximetano)
Alquenos	-C=C-	-eno	CH_2=CH_2 (eteno)
Alquinos	-C≡C-	-ino	CH≡CH (etino o acetileno)
Alcanos	R-CH_2-R'	-ano	CH_3-CH_3 (etano)
Derivados halogenados	R-X (F, Cl, Br, I)	haluro de -ilo o halógeno-	CH_3-CH_2Cl (cloruro de etilo)
Nitroderivados	-NO_2	nitro-	CH_3-CH_2-NO_2 (nitroetano)

2 Hidrocarburos

Son compuestos constituidos **exclusivamente** por átomos de **carbono** e **hidrógeno**

Clasificación			Ejemplos	
acíclicos (cadena abierta)	saturados	alcanos	CH_3--CH_3 etano	
	no saturados	alquenos	CH_2=CH_2 eteno	
		alquinos	CH≡CH etino	
cíclicos (cadena cerrada)	alicíclicos	cicloalcanos	ciclohexano	
		cicloalquenos	ciclohexeno	
	aromáticos	monocíclicos	arenos	benceno
		policíclicos	aislados	 bifenilo
			condensados	 naftaleno

2.1. Alcanos

- Son hidrocarburos saturados (todos los enlaces entre carbonos son sencillos).
- Fórmula general: C_nH_{2n+2}

Nomenclatura

- Se nombran con un prefijo indicativo del número de átomos de carbono, al que se le añade la terminación ***–ano***.

$$CH_3 - CH_3$$

etano

$$CH_3 - CH_2 - CH_3$$

propano

- La letra ***n*** colocada delante del nombre, indica que no tiene ramificaciones.

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$$

n-butano

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

2.1. Alcanos

- Si alguno de los alcanos pierde un átomo de hidrógeno, da lugar a **un radical alquílico**, que se caracteriza por una valencia libre.
- Se nombran con la terminación ***–il*** o ***–ilo***:

$-CH_3$ *metil*

$-CH_2-CH_3$ *etil*

$-CH_2-CH_2-CH_3$ *propil*

- Hay radicales que tienen nombre propio admitido por la IUPAC:

$$-CH\begin{matrix}\diagup CH_3\\ \diagdown CH_3\end{matrix}$$
isopropil

$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ *n-butil*

$$-C\begin{matrix}\diagup CH_3\\ -CH_3\\ \diagdown CH_3\end{matrix}$$
tercbutil

$$-CH_2-CH\begin{matrix}\diagup CH_3\\ \diagdown CH_3\end{matrix}$$
isobutil

2.1. Alcanos

Reglas para nombrar alcanos ramificados

- Se toma como cadena principal aquella que contenga un **mayor número de átomos de carbono**.
- Se numeran los átomos de carbono de la cedan principal de tal forma que las ramificaciones tengan los **números localizadores más bajos**.
- Se nombra primero la ramificación con la terminación ***–il*** (indicando, si fuera necesario, la posición con un número) y luego la cadena principal. Si existen dos o más ramificaciones, se nombran por **orden alfabético**.
- Si en la cadena principal hubiera dos o más radicales iguales se emplearán los prefijos ***di-***, ***tri-***, ***tetra-***, y en el nombre se indican las posiciones.
- Si las ramificaciones son complejas, se nombran independientemente entre paréntesis.
- **Entre número y número** se intercala una **coma**, y **entre número y letra**, un **guión**.

2.1. Alcanos

Reglas para nombrar alcanos ramificados

Ejemplos:

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$$

metilpropano

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3-CH_3$$

metilbutano

$$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3-CH_3$$

2,2-dimetilbutano

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$$

2,3-dimetilbutano

$$\overset{10}{CH_3}-\overset{9}{CH_2}-\overset{8}{CH_2}-\overset{7}{\underset{\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH_2}}{\underset{|}{CH}}}-\overset{6}{CH_2}-\overset{5}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH_2}}{\underset{|}{C}}}}-\overset{4}{CH_2}-\overset{3}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}}-\overset{2}{CH_2}-\overset{1}{CH_3}$$

5-etil-3,5-dimetil-7-propildecano

Cuando un carbono está unido a un solo átomo de carbono, es un **carbono primario**; cuando está unido a dos átomos de carbono, es un **carbono secundario**; es **terciario** si está ligado a tres carbonos y **cuaternario** cuando se encuentra unido a cuatro.

2.1. Alcanos

Actividades

1. Nombra los siguientes compuestos:

a) $$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$$

b) $$CH_3-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\underset{\underset{CH_2-CH_3}{|}}{CH}-CH_2-CH_3$$

c) $$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_2-\underset{\underset{CH_2-CH_3}{|}}{CH}-CH_2-CH_3$$

2. Formula los siguientes compuestos:

a) 3-etilhexano b) 2,2,3-trimetilpentano c) 4-etil-2,7-dimetiloctano

2.1. Alcanos

Propiedades y obtención

- Los **cuatro primeros** alcanos tienen un punto de ebullición inferior a 25 ºC, por lo que, a temperatura ambiente y presión normal, se encuentran en **forma gaseosa**.
- Los comprendidos entre el pentano y el heptadecano, son líquidos.
- Los que tienen 18 o más átomos de carbono, sólidos.
- No son compuestos polares por lo que **solo son solubles en disolventes no polares**.
- La **densidad** aumenta en función del número de átomos de carbono, pero su valor máximo **es inferior a la densidad del agua**.
- Se **obtienen** a partir del **petróleo** y el **gas natural**.
- No reaccionan ni con ácidos ni con bases.
- Se **utilizan como combustibles**, pues arden con facilidad:

$$C_nH_{2n+2} + \left(\frac{3n+1}{2}\right) O_2 \rightarrow n\, CO_2 + (n+1)\, H_2O$$

2.2. Alquenos

- Son hidrocarburos no saturados que presentan al menos un doble enlace.
- Fórmula general: C_nH_{2n}

Nomenclatura

- Se nombran igual que los alcanos, pero sustituyendo el sufijo *–ano* por *–eno*:

$$CH_2 = CH_2$$
eteno

$$CH_3 - CH = CH_2$$
propeno

- Generalmente, es necesario indicar la posición del doble enlace, mediante un número localizador (el menor posible), de la siguiente manera:

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$$
pent-1-eno

2.2. Alquenos

Reglas para nombrar alquenos ramificados

- La **cadena principal** será **la que tenga el doble enlace** y se numera de modo que a este le corresponda el número más bajo .
- Si hay más de un doble enlace, se utilizan los prefijos ***di-***, ***tri-***, …

$$CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{C} = CH - CH_3$$

2-metilbut-2-eno

$$CH_2 = CH - CH = CH_3$$

buta-1,3-dieno

- Si la cadena que contiene el doble enlace es un radical, la terminación es ***-enilo***:

$$CH_2 = C -$$

etenilo o vinilo

$$CH_3 - CH = CH -$$

1- propenilo

2.2. Alquenos

Actividades

3. Nombra los siguientes compuestos:

a)

$$CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}} - CH_2 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{C} = CH_2$$

b)

$$CH_3 - CH_2 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{C} = CH_2$$

4. Formula los siguientes compuestos:
   a) 3,4-dimetilhex-3-eno
   b) 3,4-dimetilhexa-2,4-dieno

2.2. Alquenos

Propiedades y obtención

- Son parecidas a las de los alcanos.
- Los **puntos de fusión de los alquenos** son un poco superiores a los de los alcanos de igual número de carbonos.
- El **punto ebullición** aumenta con el número de carbonos.
- Los alcanos inferiores a cuatro átomos de carbono pueden obtenerse de la industria petrolera. Los más complejos se preparan por reacciones de eliminación de átomos o grupos de átomos de dos carbonos contiguos:

$$-\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}-\underset{OH}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}- \xrightarrow{ácido} -\overset{|}{C}=\overset{|}{C}- + H_2O$$

- Los alquenos son más reactivos que los alcanos. Dan lugar a reacciones de **adición** al doble enlace:

$$CH_3-CH=CH_2+H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3-CH_2-CH_3$$

2.3. Alquinos

- Los alquinos o hidrocarburos acetilénicos son hidrocarburos con triple enlace entre dos de sus átomos de carbono, son por tanto, insaturados.
- Fórmula general: C_nH_{2n-2}.

Nomenclatura

- Se nombran igual que los alquenos, pero con la terminación ***–ino***:

$$CH \equiv CH$$

etino o acetileno

$$CH \equiv C - CH_2 - CH_3$$

but-1-ino

- Si coexisten un doble y un triple enlace, se numera la cadena por el extremo más cercano a cualquiera de las dos insaturaciones.
- A igualdad de situación, se empieza por el doble enlace.
- Al escribir el nombre, la terminación ***-eno*** es la que tiene la cadena principal y después se escribe ***-ino***, con su número localizador correspondiente:

$$CH_2 = CH - C \equiv C - CH_2 - CH_3$$

hex-1-en-3-ino

2.3. Alquinos

Reglas para nombrar alquinos ramificados

- Si además de haber dobles y triples enlaces, hay radicales alquílicos, la **cadena principal será la que tenga más insaturaciones** otorgando a los dobles y triples enlaces los números localizadores más bajos posibles.

$$CH \equiv C - CH_2 - CH_2 - \underset{\underset{CH_2}{\|}}{C} - CH_2 - CH_3$$

2-etilhex-1-en-5-ino

- Si el alquino actúa como radical, la terminación es ***-inilo***:

$$CH \equiv C -$$

etinilo

2.3. Alquinos

Actividades

5. Nombra los siguientes compuestos:

a)
$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH_3 \\ \qquad\qquad\quad | \\ CH_3 - CH - CH - C \equiv CH \\ \qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad CH_3 \end{array}$$

b)
$$\begin{array}{l} CH_3 - CH_2 - C = CH - C \equiv CH \\ \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad CH_2 \\ \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad CH_3 \end{array}$$

6. Formula los siguientes compuestos:
   a) pent-3-en-1-ino
   b) 5,6-dimetilhept-5-en-1,3-diino

2.3. Alquinos

Propiedades y obtención

- Son, en esencia, las mismas que las de los alcanos y los alquenos.
- Son muy reactivos: arden con una llama más viva que cualquier otro hidrocarburo de igual número de átomos.
- El alquino más importante es el etino (o acetileno). Se usa como materia prima de numerosos productos y como combustible.
- Pueden prepararse por eliminación de átomos o grupos de átomos en dos carbonos contiguos:

$$-\overset{\overset{W}{|}}{\underset{\underset{Y}{|}}{C}}-\overset{\overset{X}{|}}{\underset{\underset{Z}{|}}{C}}- \xrightarrow{-YZ} -\overset{\overset{W}{|}}{C}=\overset{\overset{X}{|}}{C}- \xrightarrow{-WX} -C\equiv C-$$

- Dan reacciones de **adición** al triple enlace:

$$\underset{\text{but-2-ino}}{CH_3-C\equiv C-CH_3} + 2\,H_2 \xrightarrow{Ni} \underset{\text{butano}}{CH_3-CH_2-CH_2-CH_3}$$

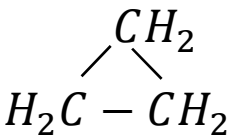
$$\underset{\text{etino}}{CH\equiv CH} \xrightarrow{HCl} \underset{\text{cloroeteno}}{CH_2=CHCl} \xrightarrow{HCl} \underset{\text{1,1-dicloroetano}}{CH_3-CHCl_2}$$

2.4. Hidrocarburos alicíclicos (no aromáticos)

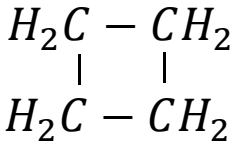
☞ Son hidrocarburos de cadena cerrada, ya sea saturada o insaturada.

Nomenclatura

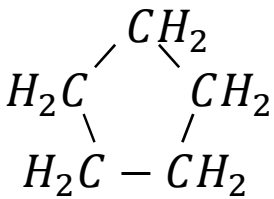
☞ Se nombran anteponiendo el prefijo ***ciclo-*** al nombre del hidrocarburo de cadena abierta equivalente, con las terminaciones ***-ano***, ***-eno*** o ***-ino***.



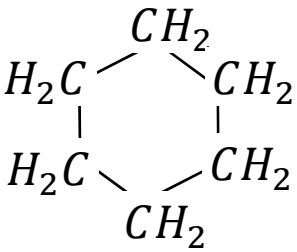
ciclopropano



ciclobutano

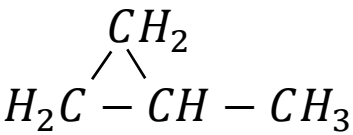


ciclopentano

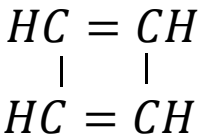


ciclohexano

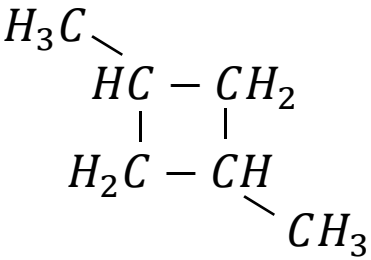
☞ Si hay radicales o insaturaciones, se mantiene la misma forma de nomenclatura:



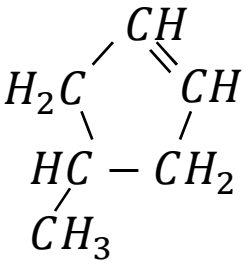
metilciclopropano



ciclobuta-1,3-dieno



1,3-dimetilciclobutano



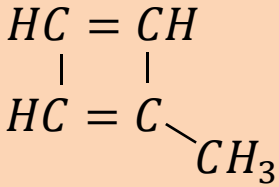
4-metilciclopent-1-eno

2.4. Hidrocarburos alicíclicos (no aromáticos)

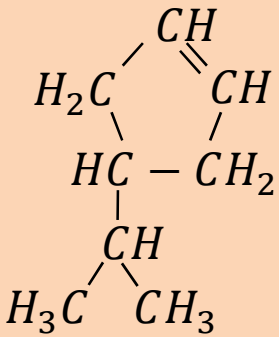
Actividades

7. Nombra los siguientes compuestos:

a)



b)



8. Formula los siguientes compuestos:
   a) 1,3-dimetilciclopentano
   b) 1,2-dimetilciclopent-1-eno

2.4. Hidrocarburos alicíclicos (no aromáticos)

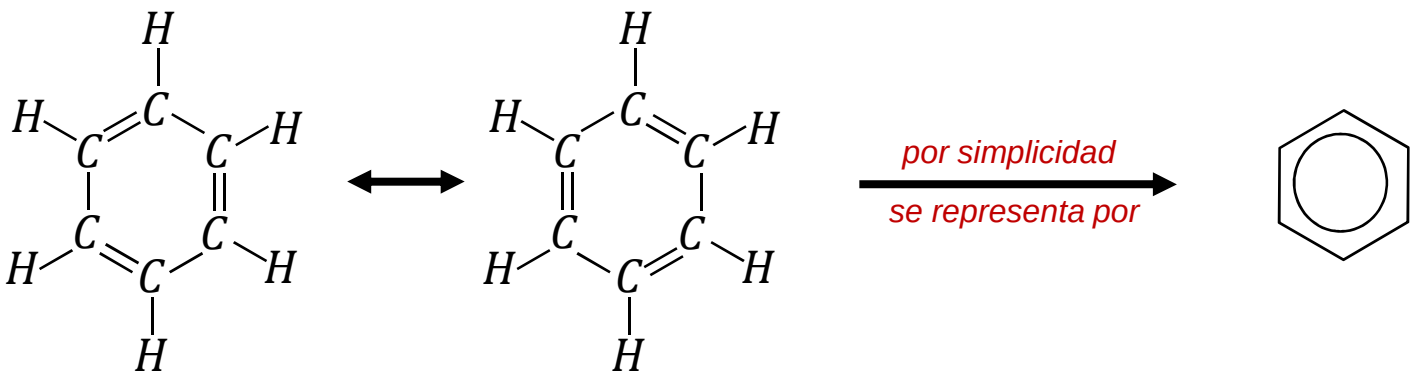
Propiedades y obtención

- Son muy parecidas a las de los hidrocarburos de cadena abierta correspondientes, si bien los puntos de ebullición y densidad son lago más elevados.

- Se **obtienen** tratando un derivado dihalogenado en los extremos con Na o Zn en polvo.

2.5. Hidrocarburos aromáticos

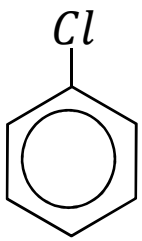
- El **benceno** es el hidrocarburo aromático más sencillo y el origen de esta familia de sustancias orgánicas.
- Su fórmula molecular es **C_6H_6**.
- Los seis átomos de carbono son equivalentes.
- Forma, por lo general, compuestos de sustitución más que de adición, hecho que no ocurriría si existieran dobles o triples enlaces claramente localizados.
- La distancia entre dos átomos de carbono contiguos es intermedia entre un doble enlace y uno simple.
- Los doce átomos se encuentran en el mismo plano, y todos los ángulos de enlace son de 120º.



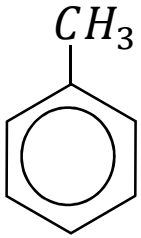
2.5. Hidrocarburos aromáticos

Nomenclatura

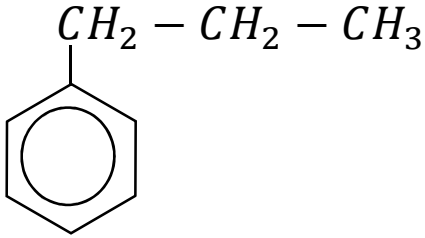
- Cuando hay un único sustituyente sobre el anillo bencénico, el nombre de aquel se antepone a la palabra ***benceno***:



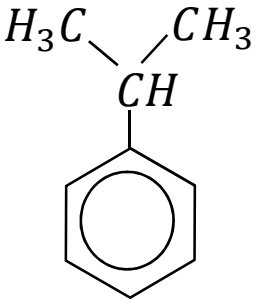
clorobenceno



metilbenceno

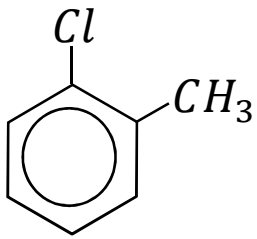


propilbenceno

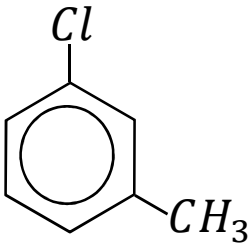


isopropilbenceno

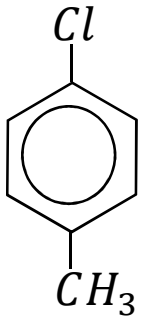
- Si existen dos sustituyentes, deben indicarse las posiciones con los números ***1,2-***, ***1,3-*** o ***1,4-***, o con los prefijos ***orto- (o-)***, ***meta- (m-)*** o ***para- (p-)***.



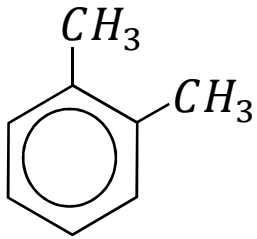
o-clorometilbenceno



m-clorometilbenceno



p-clorometilbenceno

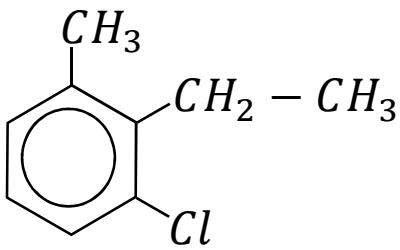


o-dimetilbenceno

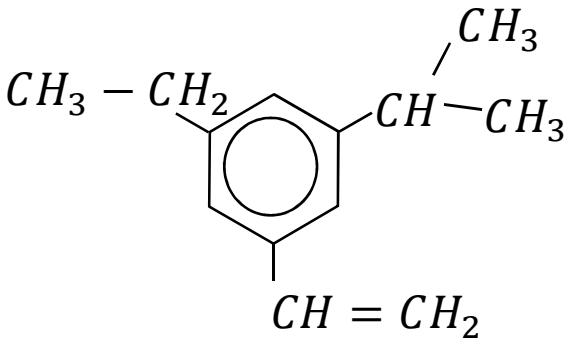
2.5. Hidrocarburos aromáticos

Nomenclatura

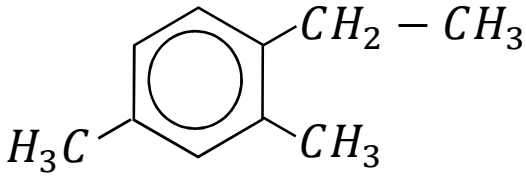
- En el caso de que haya más de dos sustituyentes, estos recibirán los números localizadores más bajos y se nombrarán por orden alfabético:



1-cloro-2-etil-3-metilbenceno

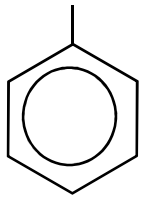


1-etil-3-isopropil-5-vinilbenceno

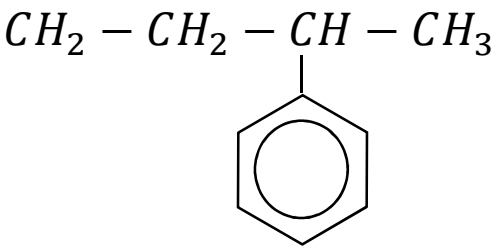


1-etil-2,4-dimetilbenceno

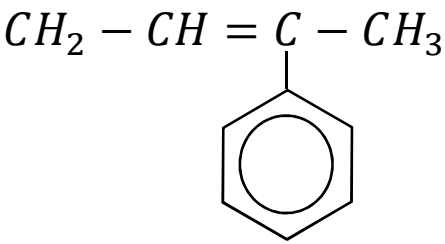
- El radical del benceno se denomina ***fenilo***:



fenilo



2-fenilbutano

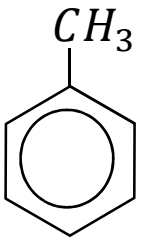


2-fenilbut-2-eno

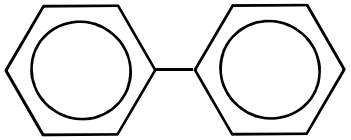
2.5. Hidrocarburos aromáticos

Nomenclatura

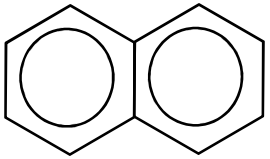
☞ Nombres propios admitidos por la IUPAC:



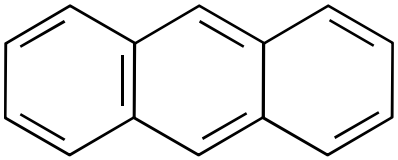
tolueno



bifenilo



naftaleno



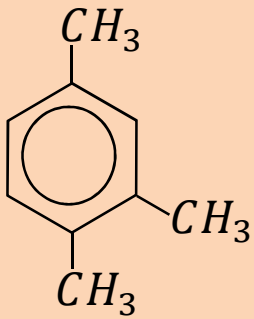
antraceno

2.5. Hidrocarburos aromáticos

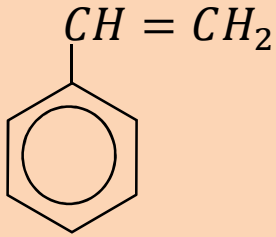
Actividades

9. Nombra los siguientes compuestos:

a)



b)



10. Formula los siguientes compuestos:
    a) p-diclorobenceno
    b) fenilpropano o isopropilbenceno

2.5. Hidrocarburos aromáticos

Propiedades y obtención

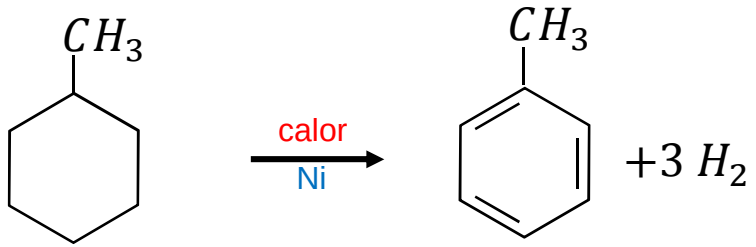
- El benceno es un líquido incoloro que origina vapores tóxicos. Los del tolueno también son venenosos.
- Ambas sustancias se emplean como disolventes, y el tolueno, además, como materia prima para fabricar trinitrotolueno (TNT).
- En general, son insolubles en agua; sin embargo, disuelven grasa y compuestos apolares.

Fórmula molecular	Nombre	Pto. ebullición ºC	Pto. fusión ºC
C_6H_6	benceno	80	6
$C_6H_5CH_3$	tolueno	111	--95
$C_{10}H_8$	naftaleno	218	80
$C_6H_5(C_6H_{11})$	ciclohexilbenceno	238	7
$C_6H_5(C_6H_5)$	bifenilo	255	69
$C_{14}H_{10}$	antraceno	342	218

2.5. Hidrocarburos aromáticos

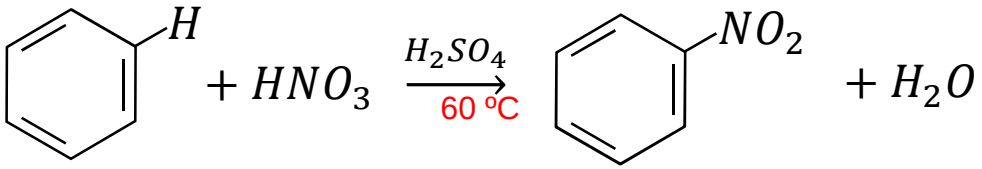
Propiedades y obtención

- El benceno y el tolueno se obtienen como fracciones de la destilación seca de la hulla. También se encuentran en algunos petróleos.
- Se puede preparar por deshidrogenación catalítica de cicloalcanos:



metilciclohexano *tolueno*

- Los hidrocarburos aromáticos difícilmente dan adiciones al doble enlace.
- Más fácil resultan las sustituciones de un hidrógeno por otro átomo:
  Ejemplo: **nitración**



nitrobenceno

3 Halogenuros de alquilo

- Son hidrocarburos de cuyos átomos de hidrógeno uno o más han sido sustituidos por uno o más átomos de halógeno (Cl y Br principalmente).
- Su grupo funcional es **-X**, donde **X** es un halógeno.

Nomenclatura

- Se nombran anteponiendo al nombre del hidrocarburo el del halógeno, y si hay más de uno, se numeran, siempre con los localizadores más bajos posibles:

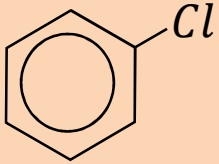
$$CH_3 - CH_2Cl$$

cloroetano

$$CH_3 - CHCl_2$$

1,1-dicloroetano

Actividades

11. Nombra los siguientes compuestos:
    a) 
    b) $ClCH = CHCl$

12. Formula los siguientes compuestos:
    a) 1,2-dicloroetano
    b) 1,1-dicloreteno

Propiedades y obtención

- Tienen un punto de ebullición considerablemente más alto que los alcanos de igual número de átomos de carbono. Dentro de una serie aumenta con la masa atómica del halógeno.
- Son insolubles en agua y solubles en benceno, éter, cloroformo, CCl_4,…
- El triclorometano, o **cloroformo $CHCl_3$**, se utilizó como anestésico (en desuso por causar problemas al organismo)
- Los clorofluorcarbonos fueron empleados como refrigerantes (en desuso).
- El **DDT** [1,1,1-tricloro-2,2-di(p-clorofenil)etano] fue muy utilizado como insecticida (en desuso por toxicidad)
- Se obtienen por **sustitución** de grupos –OH de alcoholes o de –H de hidrocarburos por halógenos o por **adición** de halogenuros de hidrógeno o halógenos a alquenos y alquinos:

sustitución

$$R-OH \xrightarrow{X_2} R-X$$

$$R-H \xrightarrow{X_2} R-X+HX$$

adición

$$-\overset{|}{C}=\overset{|}{C}- \xrightarrow{HX} -\underset{\underset{H}{|}}{\overset{|}{C}}-\underset{\underset{X}{|}}{\overset{|}{C}}-$$

$$-C\equiv C- \xrightarrow{2\,X_2} -\underset{\underset{X}{|}}{\overset{\overset{X}{|}}{C}}-\underset{\underset{X}{|}}{\overset{\overset{X}{|}}{C}}-$$

Propiedades y obtención

- Dan, principalmente, dos tipos de reacciones:
  - De **sustitución**:

$$R - X + Z \rightarrow R - Z' + HX$$

donde *Z* puede ser ***H_2O***, ***NH_3*** o un ***ácido orgánico***.

  - De **eliminación**:

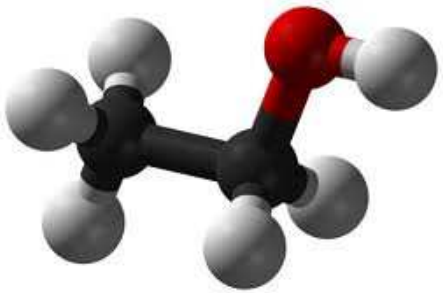
$$-\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}} - \underset{X}{\overset{|}{\underset{|}{C}}} - \rightarrow -\overset{|}{C} = \overset{|}{C} - \; + HX$$

- Algunos halogenuros de alquilo dan reacciones de **polimerización** (combinación de muchas moléculas pequeñas, **monómeros**, para formar otras más grandes):
  - El **teflón**, $(-CF_2-CF_2)_n$, se utiliza como revestimiento antiadherente.
  - El **PVC**, $(-CH_2-CHCl-)_n$, que al solidificarse, se forma un producto muy duro.
  - El **neopreno**, $(-CH_2-CCl=CH-CH_2-)_n$, tiene propiedades del caucho natural, aunque es más duro y resistente al petróleo, las grasas y el calor.

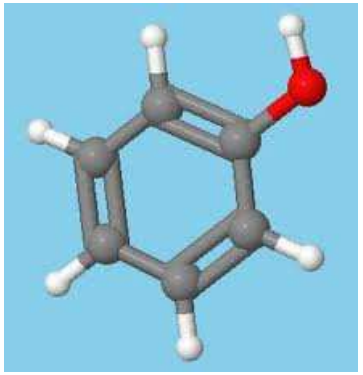
- Están formados por aquellas sustancias orgánicas que, además de **carbono** e **hidrógeno**, poseen **oxígeno** en su estructura.
- El átomo de oxígeno da lugar a diferentes **grupos funcionales**.

4.1. Alcoholes y fenoles

- El **grupo funcional** de alcoholes y fenoles es el **-OH** (**grupo hidroxilo**):
  - Los **alcoholes** pueden considerarse derivados de los hidrocarburos saturados al sustituir un hidrógeno por un grupo -OH.
  - Los **fenoles** por su parte, son derivados del benceno que resultan de sustituir uno o más átomos de hidrógeno del benceno por uno o más grupos -OH.



etanol



fenol

4.1. Alcoholes y fenoles

Nomenclatura

☞ Los **alcoholes** se nombran añadiendo la terminación **-ol** al nombre del hidrocarburo y determinando numéricamente la posición que ocupa.

Alcoholes primarios. Están unidos a un radical, R-CH_2-OH:

$$CH_3 - CH_2OH \qquad CH_3 - CH_2 - CH_2OH$$

etanol *1-propanol*

Alcoholes secundarios. Se encuentran unidos a dos radicales, R-CHOH-R':

$$CH_3 - CHOH - CH_3 \qquad OHCH_2 - CHOH - CH_2OH$$

propan-2-ol *propano-1,2,3-triol*

Alcoholes terciarios. Están unidos a tres radicales:

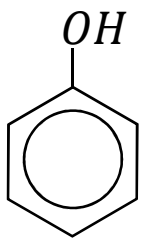
$$R - \overset{\overset{R'}{|}}{\underset{\underset{R''}{|}}{C}} - OH \qquad CH_3 - \overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}} - OH$$

metilpropan-2-ol

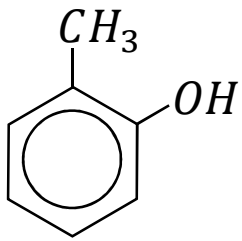
4.1. Alcoholes y fenoles

Nomenclatura

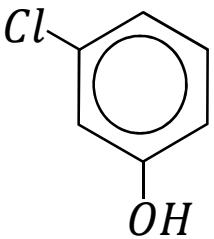
- Cuando haya que nombrar al grupo -OH como radical, se empleará el prefijo ***hidroxi-***.
- La nomenclatura de los **fenoles** sigue las normas de los derivados bencénicos:



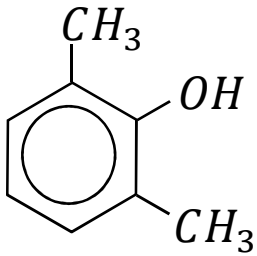
fenol



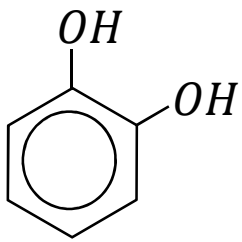
o-metilfenol



m-clorofenol



2,6-dimetilfenol



o-dihidroxibenceno
o-hidroxifenol

4.1. Alcoholes y fenoles

Actividades

13. Nombra los siguientes compuestos:
    a) $CH_3 - CHOH - CHOH - CH_3$

    b) $CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{CH} - CHOH - CH_3$

    c) $CH_2OH - \underset{\underset{CH_3}{|}}{CH} - CHOH - CH_3$

14. Formula los siguientes compuestos:
    a) 2,2-dimetilpentan-3-ol
    b) o-clorofenol
    c) propano-1,2-diol

4.1. Alcoholes y fenoles

Propiedades y obtención

- Tienen **elevado punto de ebullición** y **muy solubles en agua** los primeros de la serie (entre los cuatro o cinco átomos de carbono).
- Los primeros de la serie son **líquidos incoloros**, de olor suave. Desde el de cuatro de átomos de carbono hasta el de once son **aceitosos**, insolubles en agua y de olor agradable. Los superiores son sólidos y carecen de olor.
- Se utilizan como **disolventes** en la fabricación de barnices y pinturas y como combustibles y materia prima en la obtención de otros productos.
- El **fenol** es un **sólido cristalino** que se usa como desinfectante y antiséptico.
- Hay varias formas de **obtener** los alcoholes simples: ***hidratación*** del alquenos, ***oxidación*** de alquenos y ***fermentación*** de carbohidratos con levaduras.
- Las reacciones más importantes son de **sustitución** del -OH y **eliminación** de una molécula de agua:

$$R - OH + HX \rightarrow R - X + H_2O$$

$$-\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}} - \underset{OH}{\overset{|}{\underset{|}{C}}} - \rightarrow -\overset{|}{C} = \overset{|}{C} - \; + H_2O$$

4.2. Éteres

- Resultan de la unión de dos radicales alquilos a un átomo de oxígeno.
- Su grupo funcional es **-O-**.

Nomenclatura

- Se pueden nombrar intercalando el término **-oxi-** entre los nombres de los dos radicales ligados al oxígeno.
- Otra forma es utilizando la terminación **-éter** después del nombre de los dos radicales, siempre en orden alfabético. Cuando los dos radicales son iguales se antepone el prefijo **-di** al nombre del radical, seguido de **-éter**:

$$CH_3 - O - CH_2 - CH_3$$

etano-oxi-metano
éter metiletílico o *etilmetiléter*

$$CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_3$$

etano-oxi-etano
éter dietílico o *dietiléter*

Propiedades

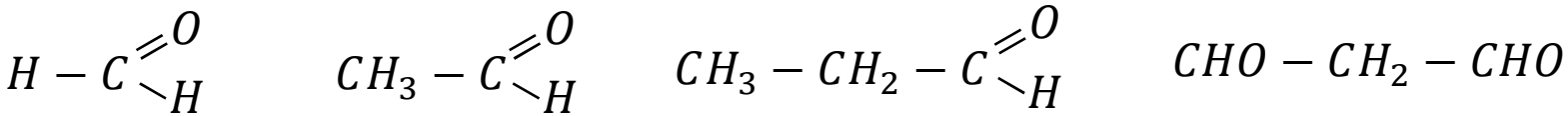
- Son compuestos estables y de poca actividad, por lo que se emplean como disolventes.
- La mayoría son líquidos muy volátiles e inflamables.

4.3. Aldehídos y cetonas

- Se caracterizan por tener como grupo funcional un doble enlace **C=O** (**grupo carbonilo**).
- En los **aldehídos** el grupo carbonilo se encuentra en el extremo de la cadena (carbono primario). La fórmula general es **R-CHO**.
- En las **cetonas** el grupo carbonilo se halla en un carbono secundario. La fórmula general es **R-CO-R'**.

Nomenclatura

- Los **aldehídos** se nombran añadiendo la terminación **-al** a la denominación del hidrocarburo, aunque la IUPAC admite ciertos nombres propios:



metanal
formaldehído

etanal
acetaldehído

propanal
propinoaldehído

propanodial

- Si el aldehído no está en la cadena principal, se nombrará como ***formil***.

4.3. Aldehídos y cetonas

Nomenclatura

- Las **cetonas** se nombran con la terminación **-ona**, anteponiendo el nombre del hidrocarburo del que derivan.
- También se suelen nombrar anteponiendo la palabra **cetona** a los nombres de los radicales.
- La cetona más sencilla es la de tres átomos de carbono, llamada propanona o acetona (aceptada por la IUPAC).

$CH_3 - CO - CH_3$ — *propanona* / *acetona*

$CH_3 - CO - CH_2 - CH_3$ — *butanona*

$CH_3 - CO - CO - CH_3$ — *butanodiona*

- Si el grupo cetona actúa como radical se usará el prefijo **oxo-**.

4.3. Aldehídos y cetonas

Actividades

15. Nombra los siguientes compuestos:
    a) $CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{CH} - CHO$
    b) $CH_3 - CO - \overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}} - CO - CH_3$

16. Formula los siguientes compuestos:
    a) metilpropanodial
    b) pentan-2-ona

4.3. Aldehídos y cetonas

Propiedades y obtención

- Los aldehídos y cetonas tienen un punto de ebullición más elevado que los compuestos no polares de parecida masa molecular.
- Sus moléculas no pueden unirse por puentes de hidrógeno, por lo que su punto de ebullición es inferior al de los alcoholes de parecida masa molecular.
- Los aldehídos y cetonas inferiores son solubles en agua.
- Con excepción de los términos superiores, los aldehídos y cetonas alifáticas son líquidos.
- El metanal , o formaldehído, se emplea como germicida.
- La acetona es un líquido de olor agradable , muy volátil y miscible con el agua y la gasolina.
- Se obtienen a partir de la oxidación de alcoholes.

$$CH_3 - CH_2 - CH_2OH \xrightarrow{KMnO_4} CH_3 - CH_2 - CHO$$

- Son muy reactivos. Se oxidan fácilmente, sobre todo los aldehídos:

$$R - CHO \xrightarrow{KMnO_4} R - COOH$$

4.4. Ácidos carboxílicos

- El grupo funcional es el **grupo carboxilo**, **-COOH**, que solo puede ir en carbonos del extremo de la cadena.
- Su fórmula general es:

$$R - C \begin{matrix} = O \\ - OH \end{matrix}$$

Nomenclatura

- Se designa con la terminación **-oico**, que se une al nombre del hidrocarburo y anteponiendo el término **ácido**:

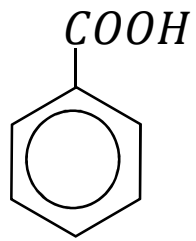
$HCOOH$
ácido metanoico
ácido fórmico

$CH_3 - COOH$
ácido etanoico
ácido acético

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$
ácido butanoico
ácido butírico

$CH_3 - CH_2 - COOH$
ácido propanoico
ácido propiónico

$CH_2 = CH - COOH$
ácido propenoico
ácido acrílico



ácido benzoico

4.4. Ácidos carboxílicos

Actividades

17. Nombra los siguientes compuestos:
    a) $COOH - CH_2 - COOH$

    b) $$\begin{array}{l} CH_3 - CH - COOH \\ \quad\quad\quad\;\; | \\ \quad\quad\quad\;\; CH_3 \end{array}$$
18. Formula los siguientes compuestos:
    a) ácido hexa-2,5-dienoico
    b) ácido pent-2-enodioico

4.4. Ácidos carboxílicos

Propiedades y obtención

- Son los principales compuestos orgánicos que presentan acidez apreciable. Son sustancias polares.
- Los primeros de la serie son solubles en agua, el de cinco carbonos es parcialmente soluble y los superiores casi insolubles. Todos son solubles en éter, alcohol y benceno.
- Sus puntos de ebullición son más elevados que los de los alcoholes de parecida masa molar.
- Los primeros son líquidos de olor fuerte y los superiores son sólidos.
- Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos de cadena larga.
- Se suelen obtener por oxidación de alcoholes primarios:

$$R - CH_2OH \xrightarrow{KMnO_4} R - COOH$$

- La reacción más importantes es la **esterificación**:

$$R - COOH + R' - OH \overset{H^+}{\rightleftarrows} R - COOR' + H_2O$$

4.5. Ésteres

- Resultan de reemplazar el hidrógeno del grupo carboxílico de los ácidos orgánicos por un radical.
- El grupo funcional que caracteriza a los ésteres es el **-COO-**, y su fórmula general es:

$$R - C \begin{matrix} = O \\ \diagdown O - R' \end{matrix}$$

Nomenclatura

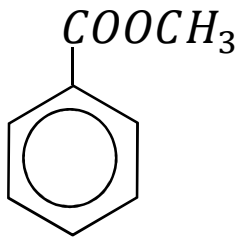
- Se nombran sustituyendo la terminación **-oico** del ácido del que derivan por **-ato**, seguido de la preposición **de** y del nombre del radical terminado en **-ilo**:

$CH_3 - COOCH_3$

etanoato de metilo
acetato de metilo

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOCH_2 - CH_3$

butanoato de etilo



benzoato de metilo

4.5. Ésteres

Actividades

19. Nombra los siguientes compuestos:
    a) $CH_3 - COO - CH_2 - CH_3$
    b) $HCOO - CH_3$
    c) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - COO - CH_2 - CH_3$
    d) $CH_3 - CH_2 - COO - CH_3$

20. Formula los siguientes compuestos:
    a) benzoato de etilo
    b) metanoato de etilo
    c) acetato de metilo
    d) propanotao de isopropilo

4.5. Ésteres

Propiedades y obtención

- Los ésteres de baja masa molecular son líquidos neutros incoloros y de olor agradable, los de mayor masa molar son grasos, céreos o cristalinos.
- Los ésteres de la glicerina (1,2,3-propanotriol) constituyen las grasas y aceites.
- El ácido esteárico da lugar a la oleína, que es líquida a temperatura ambiente (funde a –5 ºC). El aceite de oliva contiene un 75 % de oleína.
- Por saponificación de los glicéridos naturales (ésteres de la glicerina) se obtiene glicerina y jabón.
- Los ésteres se preparan por la acción de un ácido sobre un alcohol (**esterificación**), con lo que se separa una molécula de agua:

$$CH_3 - COOH + OHCH_2 - CH_2 - CH_3 \longrightarrow CH_3 - COOH - CH_2 - CH_2 - CH_3 + H_2O$$

ácido etanoico *propan-1-ol* *etanoato de propilo*

5 Compuestos nitrogenados

- Son aquellos que contienen nitrógeno en su estructura molecular.

5.1. Aminas

- Se pueden considerar **derivados del amoníaco** (NH_3), que se obtienen al sustituir uno, dos o sus tres átomos de hidrógeno por radicales.
- Cuando es un hidrógeno el que es reemplazado por un radical, se forman aminas **primarias**, **secundarias** si son dos, y **terciarias** al sustituir los tres hidrógenos.

$$R - NH_2$$

amina primaria

$$\begin{matrix} R \diagdown \\ R' \diagup \end{matrix} NH$$

amina secundaria

$$\begin{matrix} R \diagdown \\ R' - \\ R'' \diagup \end{matrix} N$$

amina terciaria

Nomenclatura

- Se nombran anteponiendo a la terminación **-amina**, por orden alfabético, los nombres de los radicales. Si hubiera varios repetidos, se emplearán los prefijos *di-*, *tri-*, etc.

$$CH_3 - NH_2$$

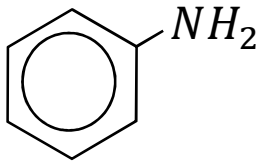
metilamina

$$\begin{matrix} H_3C \diagdown \\ H_3C - H_2C \diagup \end{matrix} NH$$

etilmetilamina

$$\begin{matrix} H_3C \diagdown \\ H_3C - H_2C - \\ H_3C - H_2C - H_2C \diagup \end{matrix} N$$

etilmetilpropilamina

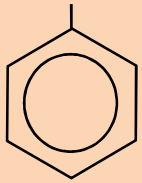


fenilamina o *anilina*

5.1. Aminas

Actividades

21. Nombra los siguientes compuestos:
    a) $CH_3 - NH - CH_3$
    b) $CH_3 - CH_2 - N - CH_3$



22. Formula los siguientes compuestos:
    a) trimetilamina
    b) dimetilfenilamina

5.1. Aminas

Propiedades y obtención

- A medida que aumenta la masa molecular, la aminas pasan de gaseosas a líquidas o sólidas.
- Las de menos masa molecular son solubles en agua.
- Las aminas alifáticas tienen un fuerte olor a pescado. Se emplean en la fabricación de colorantes y detergentes.
- La **anilina** es un líquido incoloro, poco soluble en agua y de olor débil. Es un producto tóxico que se utiliza en la fabricación de colorantes,
- Se obtienen principalmente mediante la alquilación del amoníaco (síntesis de Hoofman):

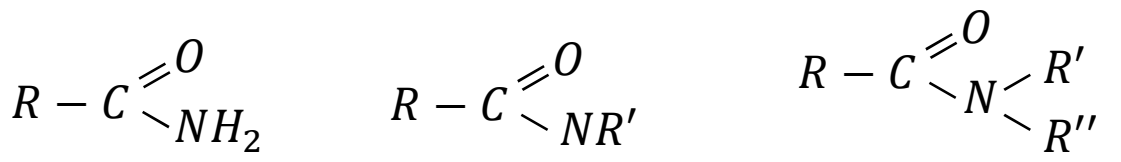
$$R - X + NH_3 \rightarrow R - NH_2 + HX$$

- Poseen un carácter básico mayor que el amoníaco, por lo que se unen fácilmente con ácidos para formar sales de amonio:

$$R - NH_2 + H_2O \rightarrow R - NH_3{}^+ + OH^-$$

5.2. Amidas

- Son derivados de los ácidos carboxílicos.
- Su grupo funcional resulta de sustituir el grupo hidroxilo (--OH) del grupo ácido por un grupo amino (--NH_2) o , en general, por varios radicales aminosustituidos: NHR, NRR'; se forman así las **amidas sencillas**, **las N-sustituidas** y las **N,N-disustituidas**:



$R-CONH_2$ — *amida sencilla*

$R-CONHR'$ — *amida N-sustituida*

$R-CONR'R''$ — *amida N,N-disustituida*

- Lo que caracteriza a una amida es la unión de un nitrógeno con el carbono de un grupo carbonilo.

5.2. Amidas

Nomenclatura

- Se nombran anteponiendo a la terminación -amida el nombre del ácido del que derivan.
- En el caso de las amidas sustituidas se han de nombrar todos los radicales unidos al nitrógeno anteponiendo la letra N:

$CH_3 - CONH_2$ — *etanoamida*

$NH_2CO - CONH_2$ — *etanodiamida*

$CH_3 - CONHCH_3$ — *N-metiletanoamida*

Actividades

23. Nombra los siguientes compuestos:
    a) $HCONH_2$ b) $CH_3 - CH_2 - CONHCH_3$

24. Formula los siguientes compuestos:
    a) acetamida
    b) N-etilpropanoamida

5.2. Amidas

Propiedades y obtención

- Son sólidos cristalinos a temperatura ambiente, excepto la metanamida, que es líquida.
- Sus puntos de fusión son más altos que los de los ácidos de los que proceden.
- Se obtienen fácilmente tratando amoníaco con ácidos o con ésteres:

$$R-C\begin{matrix}=O\\ \diagdown OR'\end{matrix} \quad +NH_3 \rightarrow \quad R-C\begin{matrix}=O\\ \diagdown NH_2\end{matrix} \quad +R'-OH$$

- Presentan gran estabilidad química: resisten bien la acción del agua , de los ácidos y de las bases diluidas.
- De las amidas poliméricas o poliamidas, el **nailon** es la más conocida.

- Se conoce como **isomería** la propiedad que tienen ciertos compuestos de poseer la misma fórmula molecular, pero distinta fórmula estructural, presentando, por tanto, propiedades físicas y químicas diferentes.
- A estos compuestos se les llama **isómeros**.

6.1. Isomería plana o estructural

De cadena

- En esta isomería, los isómeros poseen el mismo grupo funcional, pero los carbonos de la cadena se ordenan de forma distinta, ya sea de manera lineal o ramificada:

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$$

n-butano (C_4H_{10})

$$\begin{array}{l} H_3C \diagdown \\ \qquad\quad CH - CH_3 \\ H_3C \diagup \end{array}$$

metilpropano o *isobutano (C_4H_{10})*

$$CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{C} = CH - CH_2 - CH_3$$

2-metilpent-2-eno (C_6H_{12})

$$CH_3 - \overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}} - CH = CH_2$$

3,3-dimetilbut-1-eno (C_6H_{12})

6.1. Isomería plana o estructural

De posición

☞ Se presenta en aquellos compuestos que tienen igual grupo funcional, pero que difieren en la posición del mismo en la cadena carbonada:

$$CH_3 - CH = CH - CH_3$$

but-2-eno (C_4H_8)

$$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$$

but-1-eno (C_4H_8)

$$CH_3 - CO - CH_2 - CH_2 - CH_3$$

pentan-2-ona ($C_5H_{10}O$)

$$CH_3 - CH_2 - CO - CH_2 - CH_3$$

pentan-3-ona ($C_5H_{10}O$)

De función

☞ Presentan distintos grupos funcionales:

$$CH_3 - CH_2 - CHO$$

propanal (C_3H_6O)

$$CH_3 - CO - CH_3$$

propanona o *acetona* *(C_3H_6O)*

$$CH_3 - CH_2OH$$

etanol (C_2H_6O)

$$CH_3 - O - CH_3$$

éter dimetílico (C_2H_6O)

6.2. Isomería espacial o estereoisomería

☞ Estos isómeros presentan la misma fórmula molecular y estructura, pero difieren en la orientación en el espacio de los átomos.

Geométrica o cis-trans

☞ Tiene lugar cuando hay dobles enlaces, que no tiene libre rotación:

cis-1,2-dicloroeteno

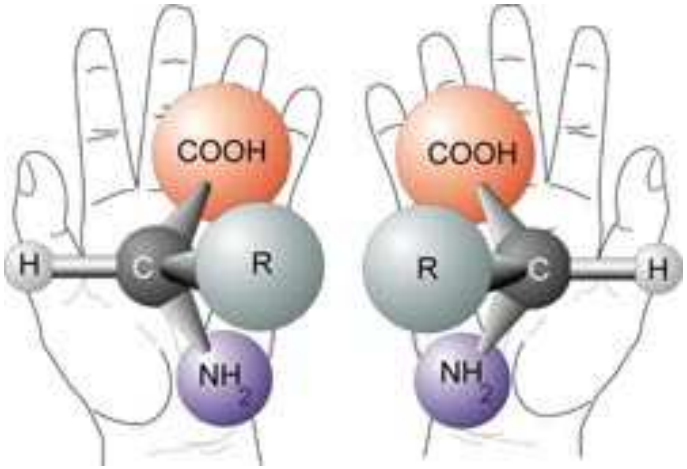
trans-1,2-dicloroeteno

☞ El isómero **cis** es aquél en el que los grupos voluminosos quedan del mismo lado, mientras que en el **trans** están situados en lados opuestos.

6.2. Isomería espacial o estereoisomería

Óptica o enantiómera

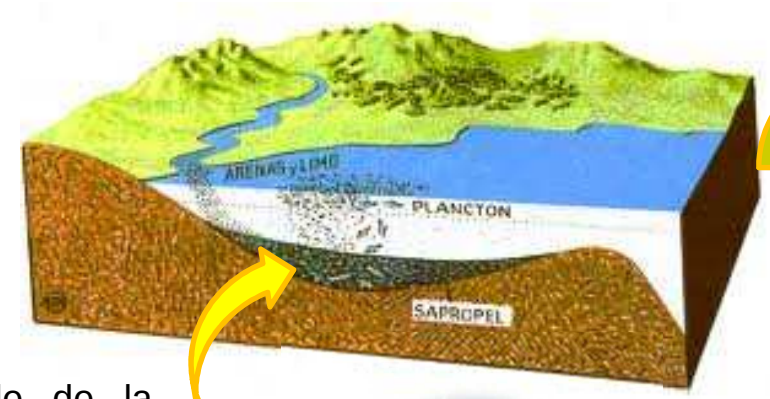
- Se presenta cuando hay algún carbono asimétrico, es decir, tiene cuatro átomos o grupos de átomos distintos unidos a él.
- Son conocidos como **isómeros ópticos** o **enantiómeros**, son imágenes especulares no superponibles.
- Tienen la propiedad de ser ópticamente activos: sin son atravesados por una haz de luz polarizada, hacen girar el plano de polarización a la derecha (**sustancia dextrógira**) o a la izquierda (**sustancia levógira**).



7 El petróleo

7.1. Origen, localización y composición

Las grasas de los microrganismos se convierten en ácidos grasos que dan lugar a los hidrocarburos

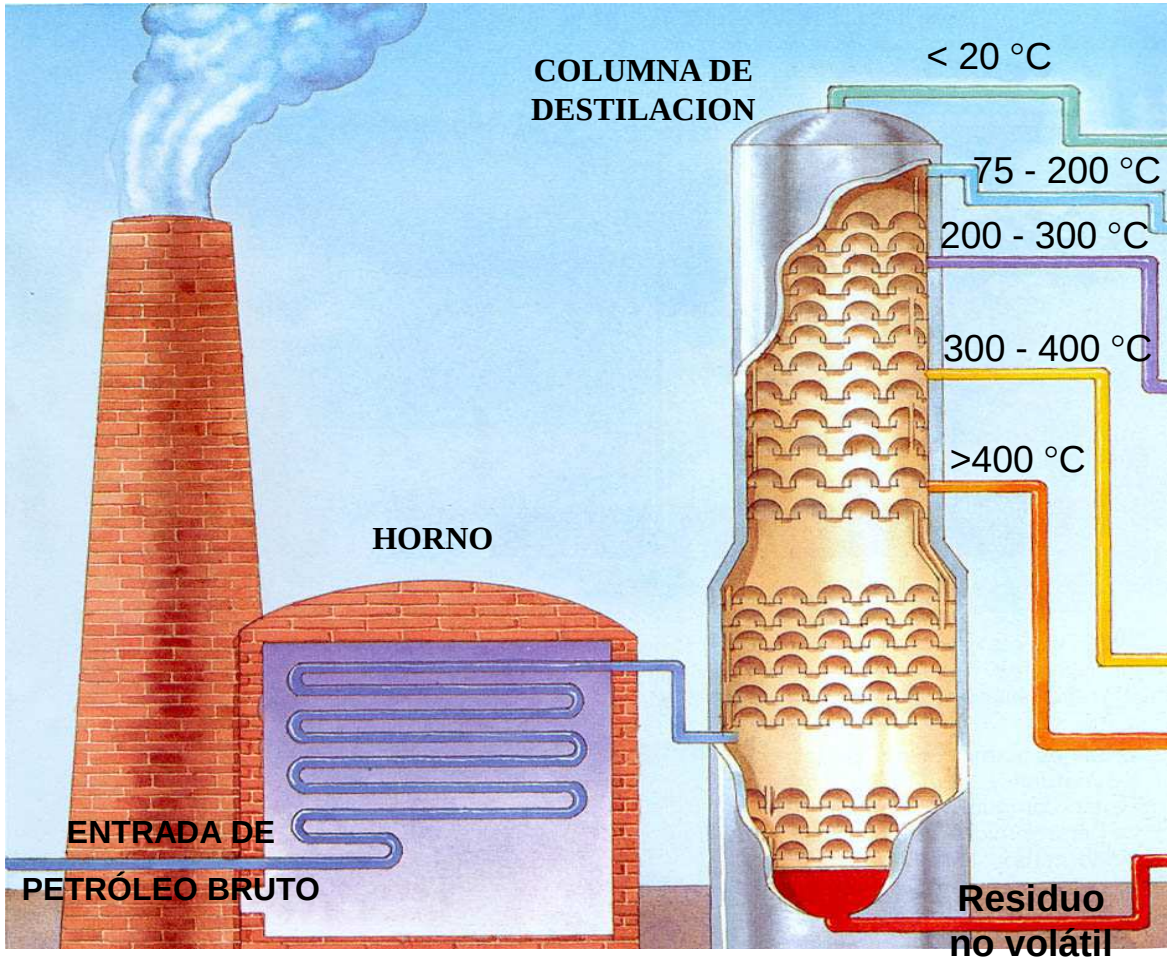


Procede de la descomposición anaeróbica del microplancton

Es un líquido oleoso de color variable que arde con dificultad. Contiene, en general, una mezcla de hidrocarburos gaseosos, líquidos o sólidos, con algunas impurezas. Los hidrocarburos suponen del 90 al 95 % del petróleo crudo.

Suele hallarse en bolsas entre dos capas arcillosas y se utiliza la extracción directa

7.2. Refinado



Gases C_1-C_4

Gasolina C_6-C_{12}

Queroseno C_{12}-C_{15}

Gasoil C_{15}-C_{18}

Lubricantes C_{16}-C_{24}

Asfalto

7.3. Gasolinas

- Es el producto del petróleo que más interés económico tiene.
- Para obtener una mayor cantidad se utiliza el **cracking del petróleo**:
  - Se calienta el petróleo a presión (500 ºC y 12 atm) a fin de romper las cadenas largas.
  - Se destila para recuperar las distintas fracciones.

Propiedades

- No han de ser corrosivas.
- Deben tener buena carburación.
- Han de carecer de compuestos con dobles enlaces.
- No tiene que ser explosivas

7.4. Petroquímica

☞ Es una rama de la química que se encarga de elaborar productos en fases posteriores al refino.

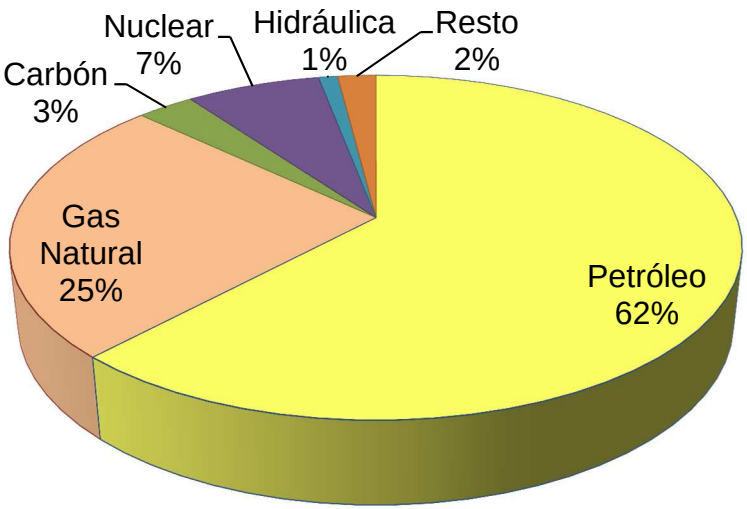
- **Pirólisis**

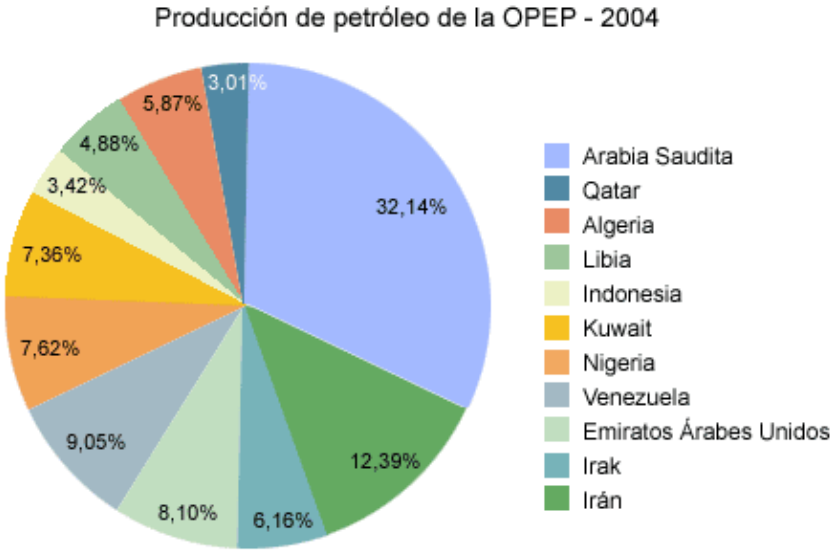
  Es un cracking térmico a elevadas temperaturas por el que se obtienen olefinas , materia prima de otra serie de productos (polietileno, ácido acético, cloruro de vinilo, etc., que sirven de base para la fabricación de plásticos, anticongelantes, detergentes…

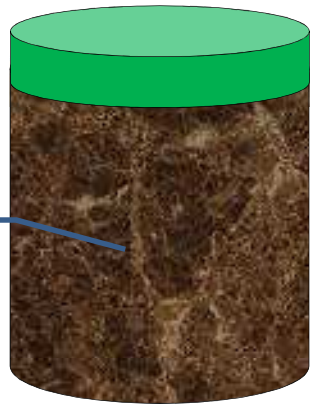
- **Reforming**

  Tiene por finalidad la transformación de los hidrocarburos parafínicos en aromáticos (benceno, tolueno, xileno, etc.), que a su vez

7.5. Repercusiones asociadas al uso de combustibles fósiles

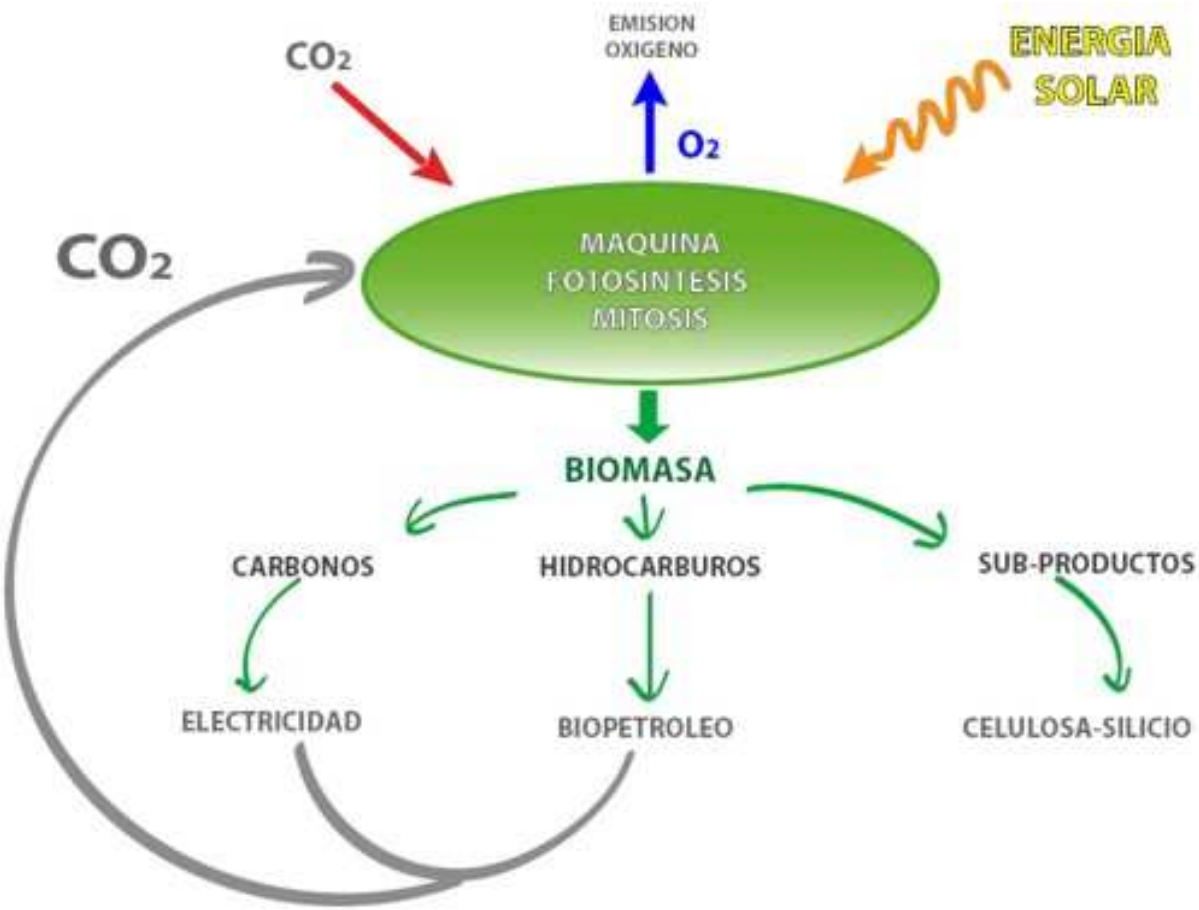




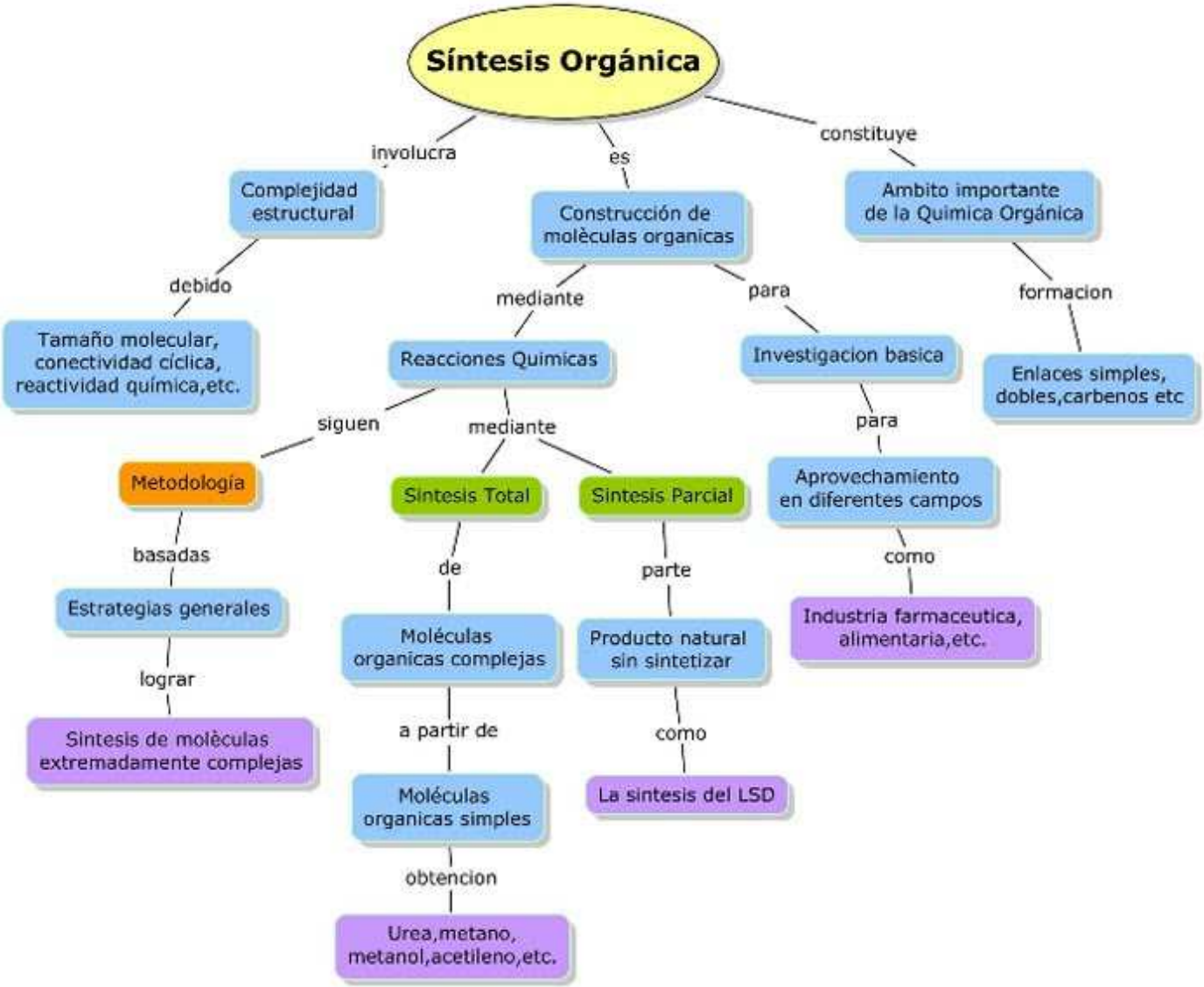


90 % de un barril se quema para producir energía

7.6. Los biocombustibles



8 Hidrocarburos orgánicos de síntesis



8.1. Nuevos materiales

baquelita

insecticidas

explosivos

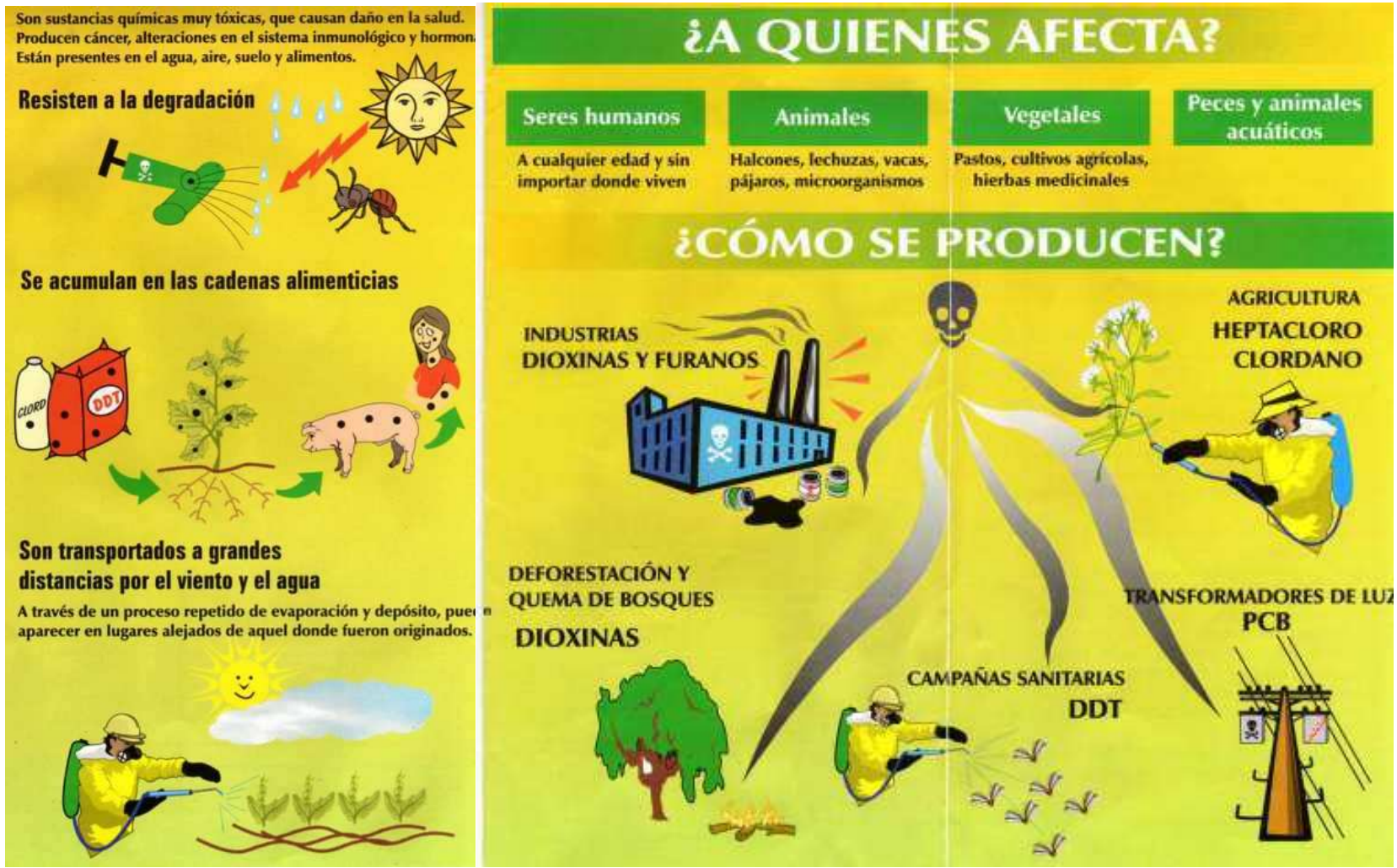
detergentes

perfumes

pinturas

papel

medicinas

disolventes

8.2. Contaminantes orgánicos persistentes