

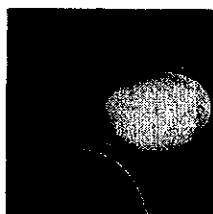
QUÍMICA DEL CARBONO

Introducción

Tradicionalmente la química se ha dividido en dos grandes ramas:

- Química inorgánica.
Se encarga de todos los elementos excepto el carbono.
- Química orgánica o química del carbono.
Se encarga de los compuestos del carbono excepto los óxidos (CO y CO₂), los carbonatos y los bicarbonatos.

El número de compuestos orgánicos es muy superior al de los compuestos inorgánicos. La diferencia se debe a la facilidad de los átomos de carbono para unirse entre sí y formar largas cadenas. Existen desde moléculas tan sencillas como el metano (CH₄), con solo cinco átomos, hasta moléculas con muchos millones de átomos, como las del ADN.



Los compuestos orgánicos constituyen la mayor parte de los materiales que nos rodean: medicamentos, tejidos, plásticos, combustibles, pinturas, colorantes, cosméticos, insecticidas, etc.

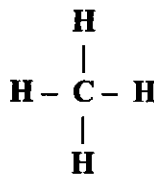


Enlaces

El átomo de carbono tiene 6 electrones ($Z = 6$), 4 en la última capa. Para lograr 8 electrones en la última capa (configuración electrónica de gas noble) forma 4 enlaces covalentes, es decir, comparte 8 electrones (4 pares de electrones).

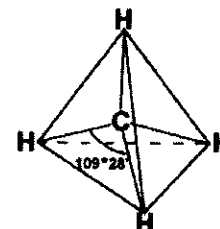
Para lograr los 8 electrones en la última capa el átomo de carbono puede formar los siguientes enlaces covalentes:

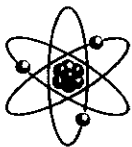
- Formar cuatro enlaces sencillos



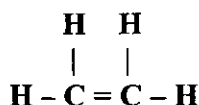
Por ejemplo, en el metano (CH₄) el átomo de carbono forma 4 enlaces covalentes sencillos con cuatro átomos de hidrógeno.

Los cuatro enlaces del carbono no están situados en un mismo plano, si no dirigidos hacia los vértices de un tetraedro:



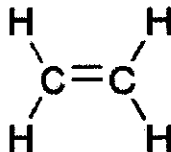


- Formar dos enlaces sencillos y uno doble

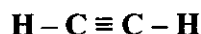


Por ejemplo, en el eteno ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) cada átomo de carbono forma dos enlaces sencillos con dos átomos de hidrógeno y un enlace doble con el otro átomo de carbono.

Los enlaces simples y el enlace doble están situados en un mismo plano, formando ángulos de 120°



- Formar un enlace sencillo y uno triple.

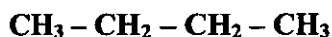


Por ejemplo, en el etino ($\text{CH} \equiv \text{CH}$) cada átomo de carbono forma un enlace sencillo con un átomo de hidrógeno y un enlace triple con el otro carbono

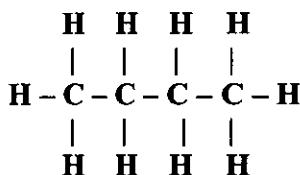
Tipos de fórmulas

La **fórmula molecular** de un compuesto expresa el número de átomos de cada tipo presente en la molécula. Por ejemplo, para el butano la fórmula molecular es: C_4H_{10} . Esto quiere decir que una molécula de butano tiene 14 átomos, 4 de carbono y 10 de hidrógeno.

Si queremos proporcionar más información sobre los enlaces de los átomos podemos emplear la **fórmula semidesarrollada**, que muestra los enlaces entre los átomos de carbono. La fórmula semidesarrollada del butano es:

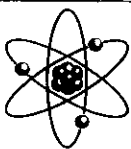


Por último, la **fórmula desarrollada** muestra todos los enlaces en un plano (aunque la molécula no sea plana). Par el butano:



Ejercicio nº 1

Calcula el número de moles y de moléculas en 200 gramos del compuesto C_3H_8

**Ejercicio nº 2**

¿Cuántos gramos son 2,5 moles de octano, C_8H_{18} ?

Ejercicio nº 3

Calcula el número de moléculas y de átomos en 250 gramos de metano, CH_4 .

Ejercicio nº 4

Escribe la fórmula desarrollada de un compuesto con la fórmula molecular C_6H_{14}

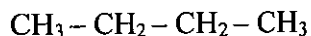
Ejercicio nº 5

Calcula la composición centesimal del butano, C_4H_{10}

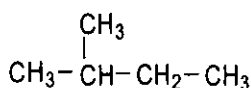
Isómeros

Las cadenas de átomos de carbono pueden ser lineales, ramificadas o incluso cíclicas.

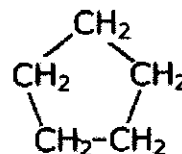
Por ejemplo:



Cadena lineal

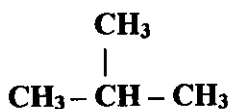


cadena ramificada



cadena cíclica

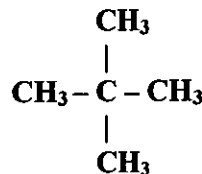
En el caso del butano ($CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$) los 4 átomos de carbono están en una cadena lineal, pero podemos unir los átomos de otra manera, formando una cadena ramificada:

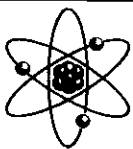


El compuesto obtenido (metilpropano) no tiene las mismas propiedades físicas que el butano, se trata por tanto de un compuesto diferente.

Se llaman **isómeros** a aquellos compuestos que, a pesar de tener la misma fórmula molecular (es decir, el mismo número de átomos), poseen distintas propiedades, debido a que las estructuras de sus moléculas son diferentes. Por tanto, el butano y el metilpropano son isómeros.

Por ejemplo, los siguientes compuestos son isómeros, tienen la misma fórmula molecular (C_5H_{12}) pero diferente estructura:



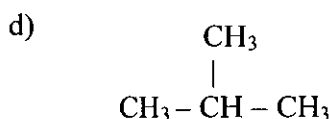
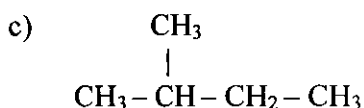
**Ejercicio nº 6**

Escribe la fórmula desarrollada de tres compuestos con la fórmula molecular C_6H_{14}

Ejercicio nº 7

Indica si los siguientes compuestos son isómeros:

a) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$; b) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$;

**Ejercicio nº 8**

Indica si los siguientes compuestos son isómeros:

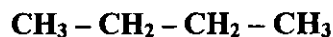
a) $CH_3CH_2COCH_3$; b) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$; c) $CH_3CH_2CH_2CHO$

Los hidrocarburos

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que solo contienen carbono e hidrógeno. De acuerdo con el tipo de enlace entre los átomos de carbono podemos clasificar los hidrocarburos en **saturados** (alcanos) y **no saturados** (alquenos y alquinos)

- Alcanos

Son alcanos los hidrocarburos en los que todos los enlaces son sencillos. Por ejemplo el butano:

**- Alquenos**

Son alquenos los hidrocarburos en los que existe algún **enlace doble** entre los átomos de carbono. Por ejemplo el propeno:

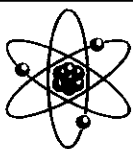
**- Alquinos**

Son alquinos los hidrocarburos en los que existe algún **enlace triple** entre los átomos de carbono. Por ejemplo el propino:

**Nomenclatura de los hidrocarburos de cadena lineal**

El nombre de los hidrocarburos de cadena lineal (sin ramificaciones) tiene:

- Un prefijo que indica el número de átomos de carbono en el compuesto.



| Prefijo | Nº de átomos de C | Prefijo | Nº de átomos de C |
|---------|-------------------|---------|-------------------|
| Met - | 1 | Hex- | 6 |
| Et - | 2 | Hepet- | 7 |
| Prop - | 3 | Oct- | 8 |
| But - | 4 | Non- | 9 |
| Pent - | 5 | Dec- | 10 |

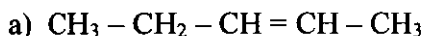
- Un sufijo que indica el tipo de hidrocarburo. Los alcanos terminan en **-ano**, los alquenos en **-eno** y los alquinos en **-ino**.

Por ejemplo:

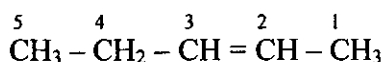
$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$, tiene dos átomos de carbono (prefijo et-) y enlaces sencillos (sufijo -ano). Por lo tanto, su nombre es **etano**.

- Si existe un enlace doble o triple se indica su posición mediante un localizador, para lo cual hay que numerar la cadena empezando por el extremo más próximo al doble o al triple enlace. El localizador es el número correspondiente al primer carbono del enlace doble o triple, y se coloca delante del nombre del compuesto separado por un guión. El localizador se omite cuando solo es posible una posición para el doble o el triple enlace.

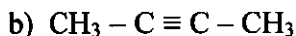
Veamos algunos ejemplos:



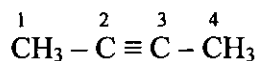
El compuesto tiene 5 átomos de carbono (prefijo pent-) y un enlace doble (sufijo -eno) Su nombre es penteno. Para indicar la posición del doble enlace numeramos la cadena empezando por la derecha (el extremo más próximo al doble enlace)



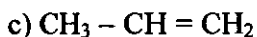
Por lo tanto, el nombre completo del compuesto es **2-penteno**.

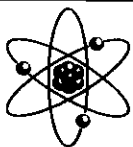


El compuesto tiene 4 átomos de carbono (prefijo but-) y un enlace triple (sufijo -ino) Su nombre es butino. Para indicar la posición del triple enlace numeramos la cadena (en este caso da lo mismo empezar por la derecha o por la izquierda ya que el triple enlace está justo en mitad de la cadena)



Por lo tanto el nombre completo es **2-butino**.





El compuesto tiene 3 átomos de carbono (prefijo prop-) y un enlace doble (sufijo -eno)
Su nombre es propeno.
No es necesario un localizador por que solo es posible una posición para el doble enlace.

Ejercicio nº 9

Formula los siguientes compuestos:

a) heptano; b) pentano; c) 1 - penteno; d) 2-hepteno; e) 1-heptino

Ejercicio nº 10

Formula los siguientes compuestos:

a) 1-butino; b) octano; c) 2-hexino; d) eteno; e) 2-pentino

Ejercicio nº 11

Nombra los siguientes compuestos:

a) $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$; b) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; c) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; d) CH_4

Ejercicio nº 12

Nombra los siguientes compuestos:

a) $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; b) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$; c) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$; d) $\text{CH} \equiv \text{CH}$

Ejercicio nº 13

¿En cuáles de los siguientes compuestos no es necesario un localizador que indique la posición del doble o del triple enlace?

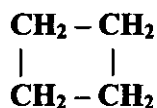
a) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$; b) $\text{CH} \equiv \text{CH}$; c) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$; d) $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{C} \equiv \text{CH}$

Ejercicio nº 14

Escribe las formulas del 1-buteno y del 3-buteno. ¿Se trata de compuestos diferentes o es el mismo?

Hidrocarburos cíclicos

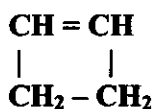
Las cadenas de átomos de carbono se pueden unir por los extremos y formar hidrocarburos cíclicos. Se nombran anteponiendo el prefijo **ciclo-** al nombre del hidrocarburo de cadena lineal con el mismo número de átomos. Por ejemplo:



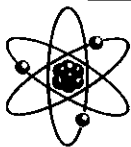
Si el compuesto tiene cuatro átomos de carbono unidos por enlaces sencillos en una cadena cerrada, su nombre es ciclobutano

Los hidrocarburos cíclicos pueden tener dobles o triples enlaces. Para nombrarlos se sustituye el sufijo -ano por -eno (para el doble enlace) o -ino (para el triple enlace)

Por ejemplo:



Su nombre es ciclobuteno



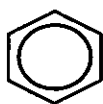
Para representar los hidrocarburos cíclicos podemos emplear la figura geométrica correspondiente, sin necesidad de dibujar los átomos de carbono y de hidrógeno.

Por ejemplo:

| | | | |
|---------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Ciclopropano (3 átomos de C) | | Ciclopentano (5 átomos de C) | |
| Ciclobutano (4 átomos de C) | | Ciclohexano (6 átomos de C) | |

Hidrocarburos aromáticos

El miembro principal de los hidrocarburos aromáticos es el benceno: C_6H_6



El benceno tiene una estructura cíclica, con los 6 átomos de carbono formando un anillo hexagonal.

El círculo interior representa 6 electrones de valencia (uno por cada átomo de carbono) que forman el enlace propio del benceno y de los hidrocarburos aromáticos.

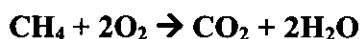
Todos los hidrocarburos aromáticos poseen, al menos, un anillo similar.

Propiedades de los hidrocarburos



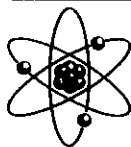
En general, todos los hidrocarburos arden en presencia de oxígeno, desprendiendo gran cantidad de energía en forma de calor. Se usan, por tanto, como **combustibles**. Por ejemplo el **propano** y el **butano** se emplean como combustibles domésticos.

En presencia de oxígeno suficiente, los hidrocarburos producen vapor de agua y dióxido de carbono. Por ejemplo la combustión del metano:



Ejercicio nº 15

La combustión del butano desprende 2880 KJ por mol. Calcula cuánto calor se desprende cuando se quema 1 kg de butano.



Ejercicio nº 16

Escribe la reacción de combustión del propano. ¿Cuántos gramos de oxígeno se necesitan para quemar 200 gramos de propano?

Ejercicio nº 17

Escribe la reacción de combustión del butano. ¿Cuántos gramos de dióxido de carbono y de agua se obtienen al quemar 2'5 kg de butano?

Ejercicio nº 18

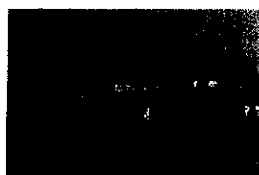
Escribe la reacción de combustión del etanol, C_2H_6O . ¿Cuántos gramos de oxígeno se necesitan para quemar 200 ml de etanol? ¿Cuántos gramos de agua se obtienen?
Dato: densidad del etanol 0'8 g/ml

El petróleo



El petróleo es una mezcla de hidrocarburos sólidos, líquidos y gaseosos. Se originó hace miles de años por la descomposición de restos de seres vivos que se encuentran enterrados a gran profundidad, sometidos a elevadas presiones.

Normalmente se encuentra en yacimientos en el subsuelo y se recurre a la perforación para extraerlo a la superficie. Muchos yacimientos se encuentran bajo el fondo oceánico.



El petróleo bruto obtenido, un líquido espeso y de color negruzco, se somete a un proceso de refinado para separar los diversos hidrocarburos que lo forman. Este proceso se lleva a cabo en las **refinerías** y consiste en una **destilación fraccionada**, que separa en forma de vapor los distintos componentes del petróleo según su temperatura de ebullición.

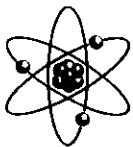
Entre los productos obtenidos, los más destacados son los combustibles y, en particular, **la gasolina**. Pero también se obtienen muchos productos que, a su vez, son materias primas para la fabricación de medicamentos, plásticos, fibras sintéticas, etc.

Ejercicio nº 19

El octano es uno de los principales componentes de la gasolina.

- Escribe la reacción de combustión del octano.
- Calcula los gramos de dióxido de carbono que se obtiene al quemar 10 litros de octano.

Dato: densidad del octano 0'7 gramos/ml



Grupos funcionales

Muchos compuestos orgánicos contiene, además de carbono e hidrógeno, otros átomos: O, N, Cl, etc.

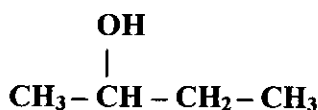
La mayor parte de las moléculas orgánicas constan de una parte poco reactiva, formada por átomos de carbono e hidrógeno, unidos a un átomo o grupo de átomos de los anteriores citados que se denominan **grupo funcional**, cuya reactividad es mucho mayor.

Compuestos oxigenados

Alcoholes

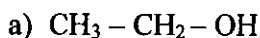
Los alcoholes son los compuestos que contienen el grupo funcional –OH unido a un átomo de carbono. Los podemos considerar derivados de los hidrocarburos por sustitución de uno de los hidrógenos por el grupo -OH

Por ejemplo:

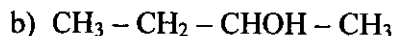


El nombre del alcohol consta de un prefijo correspondiente al número de átomos de carbono y el **sufijo -ol**. La posición del grupo –OH se indica mediante un localizador, para lo cual hay que numerar la cadena empezando por el extremo más próximo al grupo -OH. El localizador es el número correspondiente al carbono con el grupo –OH y se coloca delante del nombre del compuesto separado por un guión. El localizador se omite cuando solo es posible una posición para el grupo -OH.

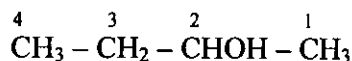
Por ejemplo:



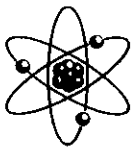
El compuesto tiene dos átomos de carbono (prefijo met-) y un grupo –OH (sufijo (-ol)). Por tanto su nombre es etanol. No es necesario indicar la posición del grupo –OH.



El compuesto tiene 4 átomos de carbono (prefijo but-) y un grupo –OH (sufijo –ol). Por tanto su nombre es butanol. Para indicar la posición del grupo –OH numeramos la cadena empezando por la derecha, el extremo más próximo al grupo –OH.



Su nombre es 2-butanol



El alcohol más sencillo es el **metanol** (CH_3OH), también llamado alcohol de madera, un líquido muy tóxico. Pequeñas cantidades pueden causar ceguera, e incluso la muerte.



Un alcohol muy conocido es el **etanol** ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$). Es muy buen disolvente, por lo que se utiliza en la preparación de productos químicos y farmacéuticos, en perfumería, como combustible, en bebidas alcohólicas, etc. También tiene propiedades antisépticas, por lo que se utiliza para lavar y desinfectar las heridas.

Por **fermentación** se obtiene el **vino** a partir del zumo de uva. Químicamente, el proceso tiene como resultado la transformación de azúcares (glucosa) en alcohol etílico. La fermentación se realiza en ausencia de aire, llenando completamente los recipientes (por ejemplo los toneles), pues si no, el etanol se oxida a ácido acético y el vino "se agria", proceso que se mantiene en caso de querer obtener **vinagre**.



Los vinos poseen una concentración de alcohol del 12 al 16 % (de 12 a 16 °). Las bebidas alcohólicas (ron, whisky, etc.) suelen contener del 40 al 50 % en alcohol.

Ácidos carboxílicos

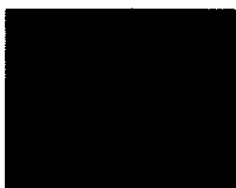
Los ácidos carboxílicos son aquellos compuestos del carbono que contienen en su molécula el grupo funcional $-\text{COOH}$, que solo puede estar en uno de los extremos de la molécula.

Se nombran sistemáticamente utilizando el sufijo **-oico** y anteponiendo la palabra ácido al prefijo correspondiente al número de átomos de carbono en el compuesto.

Por ejemplo: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$

Tiene 4 átomos de carbono (prefijo but-) y el grupo funcional $-\text{COOH}$ (sufijo -oico). Por lo tanto su nombre es ácido butanoico.

Algunos ácidos tienen nombres comunes:

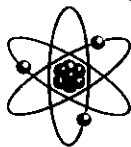


$\text{H} - \text{COOH}$, ácido metanoico o **ácido fórmico**

Se encuentra en las hormigas y en otros insectos, así como en algunas plantas, como las ortigas. El dolor de las picaduras de algunos insectos es debido al ácido fórmico.

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$, ácido propanoico o **ácido acético**

El vinagre es una disolución de ácido acético aproximadamente al 5 %.

**Ejercicio nº 20**

Formula los siguientes compuestos:

a) ciclopentano; b) 1-buteno; c) 2-hexanol; d) benceno

Ejercicio nº 21

Formula los siguientes compuestos:

a) 1-pentino; b) heptano; c) propeno; d) ciclobutino

Ejercicio nº 22

Formula los siguientes compuestos:

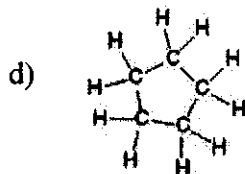
a) ácido pentanoico; b) etanol; c) ciclohexeno; d) 2-heptino

Ejercicio nº 23

Nombra los siguientes compuestos:

a) CH_3COOH ; b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$; c) $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$;
d) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ **Ejercicio nº 24**

Nombra los siguientes compuestos:

a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$; b) $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_3$; c) CH_3OH ; d) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ **Ejercicio nº 25**a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$; b) $\text{CH}_2\text{OH-CH}_3$; c) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_3$;**Polímeros naturales y artificiales**

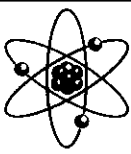
Los compuestos del carbono de la materia viva, u orgánicos, están constituidos por moléculas gigantes o **macromoléculas**, formadas por la unión de unidades más sencillas, por lo que se los denominan **polímeros**. Entre las sustancias que constituyen los seres vivos y que se presentan como polímeros destacamos las **proteínas**, formadas por cadenas de aminoácidos, la **celulosa** y el **almidón**.

En la industria se obtienen otras sustancias, no constituyentes de la materia viva, que se presentan en forma de macromoléculas: son los polímeros artificiales, entre los que destacan los **plásticos** y las **fibras artificiales** (por ejemplo el nailon)

Los plásticos

Cuando en 1909 el químico belga L. H. Baekeland obtuvo una sustancia a la que llamó **baquelita**, puede decirse que comenzó la era de los plásticos. Desde entonces, se han

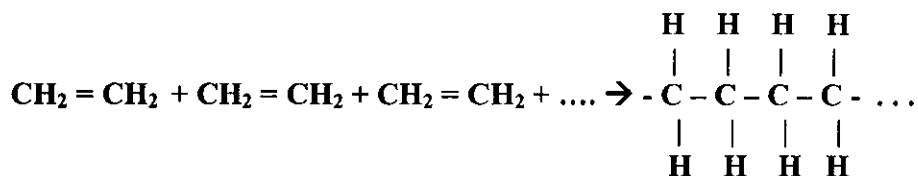




obtenido muchas sustancias que, como la baquelita, pueden ser moldeadas fácilmente. A causa de esta propiedad, a estas sustancias se les da el nombre de plásticos.

Estos materiales han ido reemplazando en buena parte a la madera, el vidrio, los metales, la lana, el cuero, el papel, etc. En general, son ligeros, no se corroen, se pueden colorear, adoptan formas variadas, son aislantes del calor y de la electricidad y resultan económicos.

Las **reacciones de polimerización** constituyen la base de los plásticos. Por ejemplo, si se somete a presión y a altas temperaturas al gas eteno ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$), se rompe el doble enlace de sus moléculas y estas se unen unas a otras, formando un polímero: el **polietileno**, una sustancia sólida cuyas moléculas pueden llegar a tener miles de átomos de carbono.



La utilidad de los plásticos se debe a su estabilidad y resistencia a la oxidación y ataque de reactivos químicos y bacterianos. Pero, debido a esas mismas propiedades, los plásticos son casi indestructibles y constituyen un problema ambiental por lo que se recomienda su **reciclado**.

Veamos algunos plásticos y sus aplicaciones:

- **Polietileno (PE)**. Se emplea en bolsas, botellas, tuberías, aislamiento eléctrico de cables, juguetes, etc.
- **Policloruro de vinilo (PVC)**. Se emplea en tubos, ventanas, botellas, frascos (para alimentos, medicamentos, fármacos), muebles de jardín, recubrimiento de cables eléctricos, mangueras, tarjetas de crédito, etc.
- **Poliestireno (PS)**. Se emplea en tapones de botellas, contenedores, embalajes alimentarios, platos, cubiertos, etc.

