

Compuestos de carbono y cinética química:

Compuestos del carbono



2º de Bachillerato Química Contenidos

Compuestos de carbono y cinética química: Compuestos del carbono

Aunque el nombre más adecuado es el de química de los compuestos del carbono, todavía se le sigue llamando química orgánica, porque desde hace siglos se pensaba que esos compuestos solamente existían y se podían producir en la materia viva. Es cierto que son sus principales constituyentes, pero cuando Whöler sintetizó la urea de forma accidental en 1828 a partir de compuestos inorgánicos, hubo que desechar ese principio "orgánico".

Actualmente se conocen más de veinte millones de compuestos del carbono, y cada año se descubren o sintetizan varios millones más. Todos tienen en común la existencia de cadenas de átomos de carbono y la presencia de unos pocos elementos más, básicamente hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

Forman moléculas desde muy pequeñas (CH_4 , metano, es la menor) hasta macromoléculas con masas molares de cientos de miles de unidades. Y su importancia y campos de aplicación carecen de límite conocido: no tienes más que pensar en los productos farmacéuticos, en los plásticos o en la secuenciación del ADN para ser consciente de ello.

En este tema vas a recordar algunos aspectos ya vistos en 1º de Bachillerato, como los nombres y fórmulas de los compuestos del carbono, y el concepto y tipos de isomería. Pero te centrarás en estudiar los compuestos del carbono que tienen oxígeno, su obtención, propiedades y

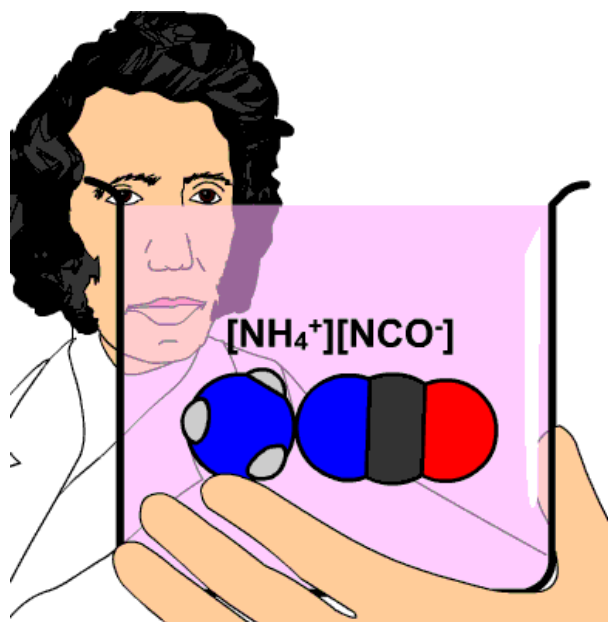


Imagen [Bessacount](#), Dominio público

en el siguiente tema la reactividad, además de las reacciones de polimerización.

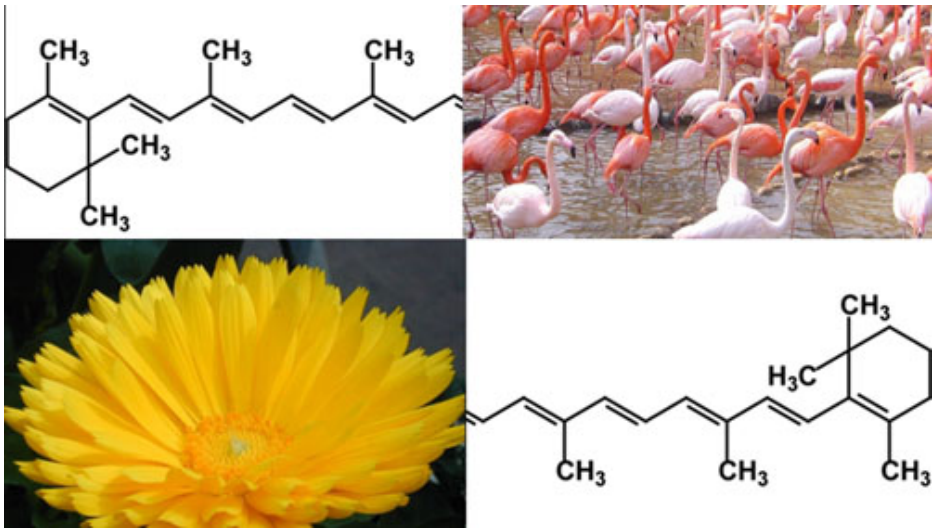


Imagen [Laghi](#), Creative commons

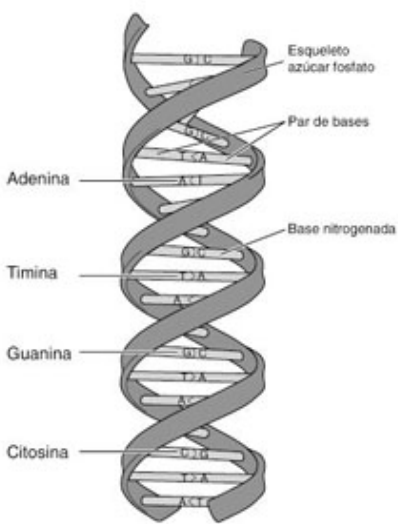


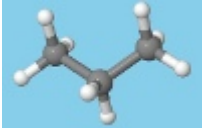
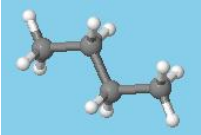
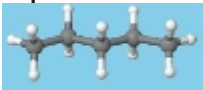
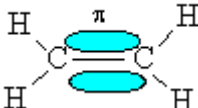

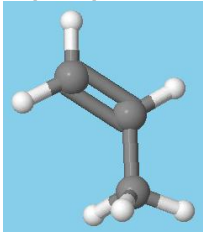
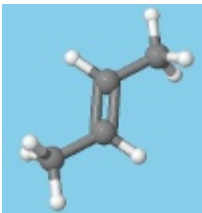
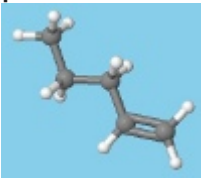
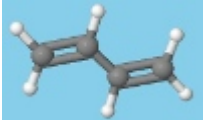

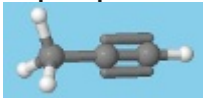
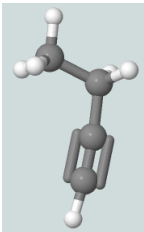
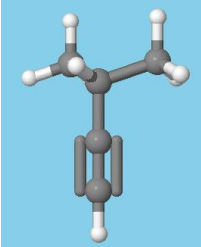
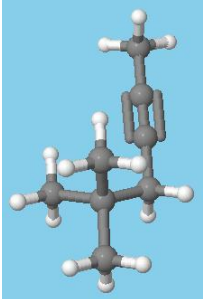
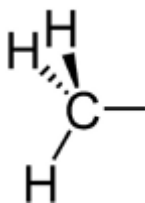
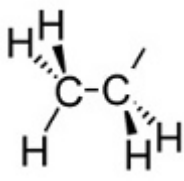
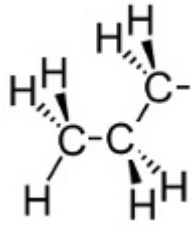
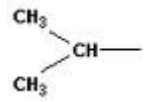
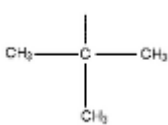
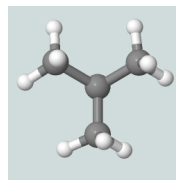
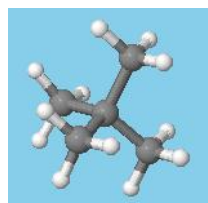
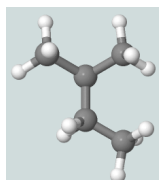
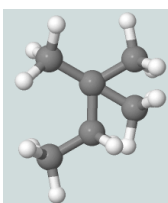
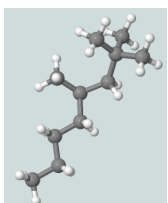

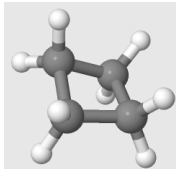
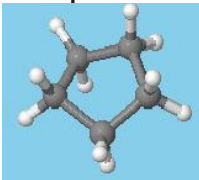
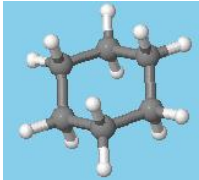
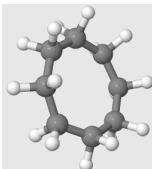


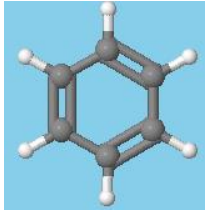
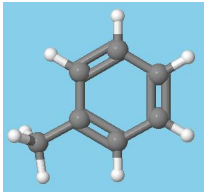
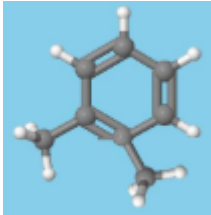
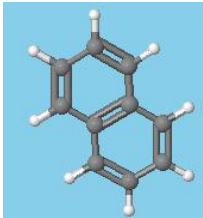
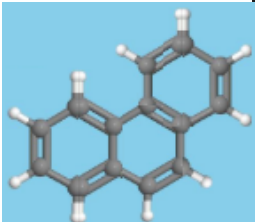
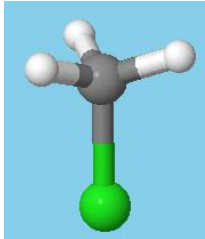
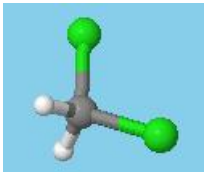
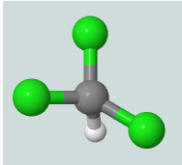
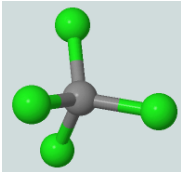
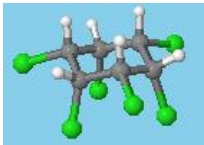
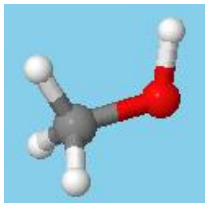
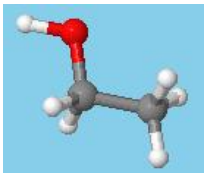
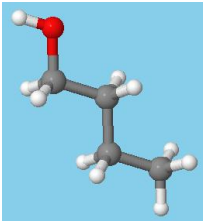
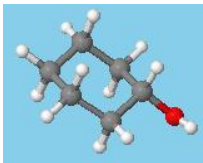
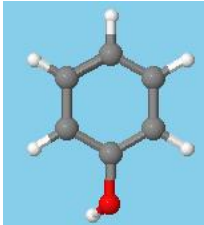
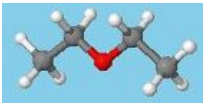
Imagen [NHGRI](#), Dominio público

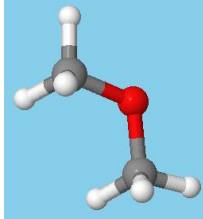
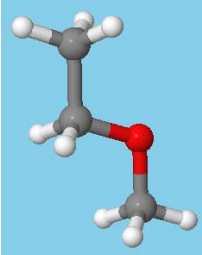
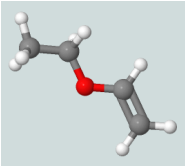
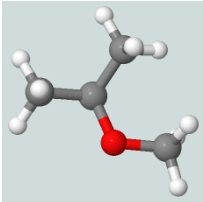

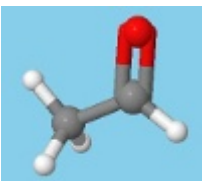
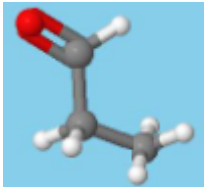
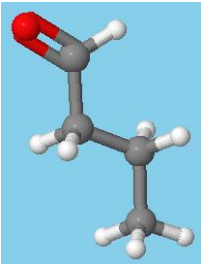
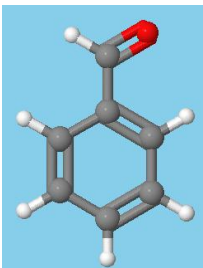
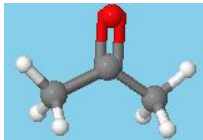
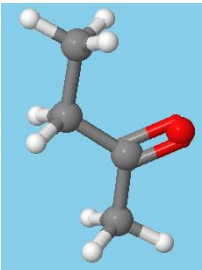
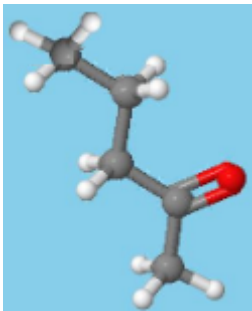
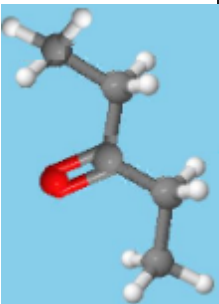
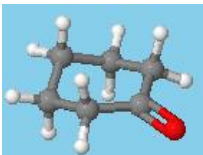
1. Características generales

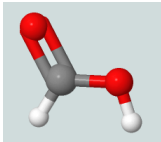
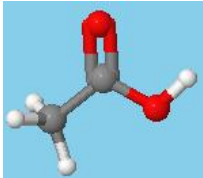
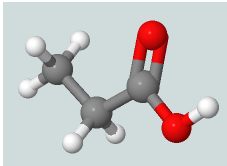
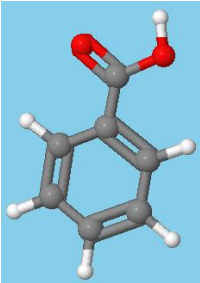

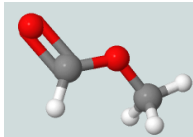
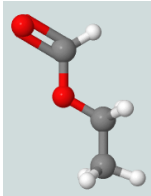
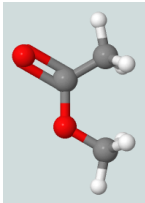
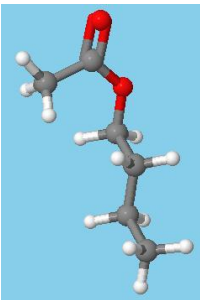
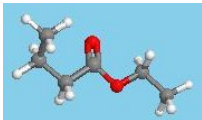
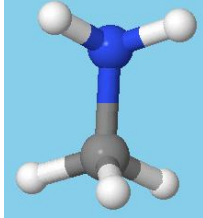
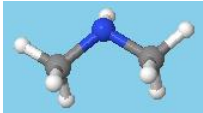
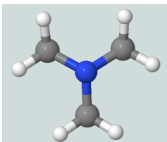
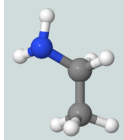
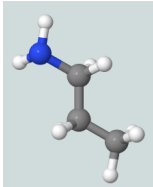
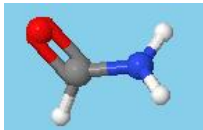
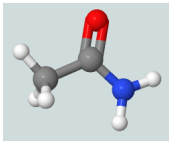
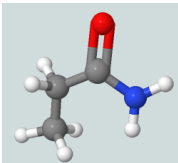
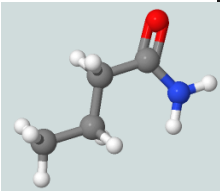
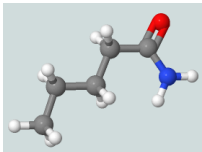
En la tabla siguiente puedes ver los tipos de compuestos del carbono más importantes. Se detallan algunos ejemplos con su fórmula o representando un modelo molecular. Te servirá para recordar los nombres y las fórmulas, pero seguro que te irá bien un repaso al tema de 1º de Bachillerato en el que se trata la formulación y la nomenclatura.

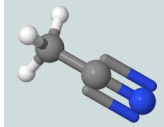
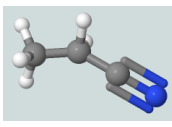

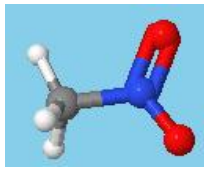
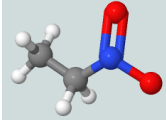
Alcanos lineales		C_nH_{2n+2} $CH_3-(CH_2)_{n-2}-CH_3$		-ano
metano  CH_4	etano  CH_3-CH_3	propano  $CH_3-CH_2-CH_3$	butano  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	pentano  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Alquenos		C_nH_{2n} $R-CH=CH_2$ 		-eno
eteno  $CH_2=CH_2$	propeno  $CH_3-CH=CH_2$	Z-but-2-eno  $CH_3-CH=CH-CH_3$	pent-1-eno  $CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$	buta1,3-dieno  $CH=CH-CH=CH_2$
Alquinos		C_nH_{2n-2} $R-C\equiv C-H$		-ino
etino  $CH\equiv CH$	propino  $CH_3-C\equiv CH$	but-1-ino  $CH_3-CH_2-C\equiv CH$	3-metil but-1-ino  $CH_3-CH_2-C(CH_3)-C\equiv CH$	5,5-dimetil hex-2-ino 

				$\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$
Radicales alquilo		R-		-il
metil  $\text{CH}_3\text{-}$	etil  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}$	propil  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$	isopropil  $(\text{CH}_3)_2\text{-CH-}$	ter butil  $(\text{CH}_3)_3\text{-C-}$
Hidrocarburos ramificados				
metilpropano  isobutano $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$	dimetilpropano  $\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}_3$	metilbutano  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	2,2-dimetil butano  $\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	2-2-4-trimetil pentano  (índice de octano)
Hidrocarburos cíclicos				
ciclopropano  C_3H_6	ciclobutano  C_4H_8	ciclopentano  C_5H_{10}	ciclohexano  C_6H_{12}	ciclooctano  C_8H_{16}
Hidrocarburos aromáticos				

<p>benceno</p>  <p>C_6H_6</p>	<p>metil benceno tolueno</p>  <p>$C_6H_5-CH_3$</p>	<p>1,2-dimetil benceno</p>  <p>$C_6H_4-(CH_3)_2$</p>	<p>naftaleno</p>  <p>$C_{10}H_8$</p>	<p>fenantreno</p>  <p>$C_{14}H_{10}$</p>
Derivados halogenados		R-X		
<p>clorometano</p>  <p>CH_3Cl</p>	<p>diclorometano</p>  <p>CH_2Cl_2</p>	<p>triclorometano</p>  <p>$CHCl_3$</p>	<p>tetracloro- metano tetracloruro de carbono</p>  <p>CCl_4</p>	<p>hexacloro ciclohexano</p>  <p>$C_6H_6Cl_6$</p>
Alcoholes y fenoles		R-OH		-ol
<p>metanol</p>  <p>CH_3OH</p>	<p>etanol</p>  <p>CH_3-CH_2OH</p>	<p>butan-1-ol</p>  <p>$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$</p>	<p>ciclohexanol</p>  <p>$C_6H_{11}OH$</p>	<p>fenol</p>  <p>C_6H_5OH</p>
Éteres		R-O-R'		-oxi radical radical éter
metoximetano	metoxietano	<p>etoxietano dietil éter</p> 	etoxieteno	Metil terbutil éter

dimetil éter  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$	metil etil éter  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$	 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH=CH}_2$	 $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-O-CH}_3$
Aldehidos		$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}$		-al
metanal  HCHO	etanal  $\text{CH}_3\text{-CHO}$	propanal  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$	butanal  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$	benzaldehido  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHO}$
Cetonas		$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{R}' \end{matrix}$		-ona
propanona  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$	butanona  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$	pentan-2-ona  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$	pentan-3-ona  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$	ciclohexanona  $(\text{CH}_2)_5\text{CO}$
Ácidos carboxílicos		$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{O-H} \end{matrix}$		-oico
ácido	ácido etanoico	ácido	ácido	ácido

<p>metanoico</p>  <p>H-COOH</p>	 <p>CH₃-COOH</p>	<p>propanoico</p>  <p>CH₃-CH₂-COOH</p>	<p>benzoico</p>  <p>C₆H₅COOH</p>	<p>etanodioico</p>  <p>HOOC-COOH</p>
Ésteres		$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{O}-\text{R}' \end{matrix}$		
<p>metanoato de metilo</p>  <p>HCOOCH₃</p>	<p>metanoato de etilo</p>  <p>HCOOCH₂-CH₃</p>	<p>etanoato de metilo</p>  <p>CH₃COO-CH₃</p>	<p>etanoato de butilo</p> 	<p>butanoato de etilo</p> 
Aminas		R-NH₂		-amina
<p>metil amina</p>  <p>CH₃-NH₂</p>	<p>dimetil amina</p>  <p>CH₃-NH-CH₃</p>	<p>trimetil amina</p>  <p>(CH₃)₃N</p>	<p>etil amina</p>  <p>CH₃-CH₂-NH₂</p>	<p>propil amina</p>  <p>CH₃-CH₂-CH₂-NH₂</p>
Amidas		$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{N}-\text{R}' \end{matrix}-\text{R}''$		-amida
<p>metanamida</p> 	<p>etanamida</p> 	<p>propanamida</p> 	<p>butanamida</p> 	<p>pentanamida</p> 

H-CO-NH ₂	CH ₃ -CO-NH ₂	CH ₃ -CH ₂ - CO-NH ₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ - -CO-NH ₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ - -CH ₂ -CO-NH ₂
Nitrilos y nitrocompuestos		R-C≡N R-NO₂		
etanonitrilo  CH ₃ -C≡N	propanonitrilo  CH ₃ -CH ₂ -C≡N	propenonitrilo  CH ₂ =CH-C≡N	nitrometano  CH ₃ -NO ₂	nitroetano  CH ₃ -CH ₂ - NO ₂

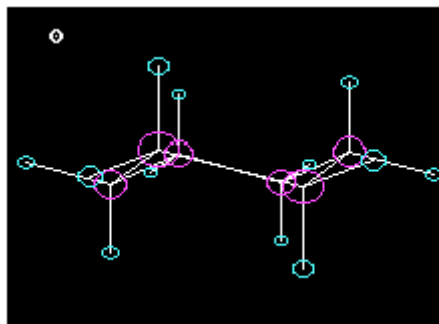
Para saber más

Moléculas en movimiento

No hay duda de que la mejor forma de entender cómo son las moléculas es manejar modelos moleculares o ver simulaciones con moléculas en movimiento, que es precisamente lo que vas a hacer ahora.

En primer lugar, puedes acceder a la aplicación [Moléculas 3D](#) de EDUCAPLUS. Se trata de animaciones sencillas, en las que además de los grupos anteriores, verás otras sustancias más complejas como aromas, fármacos, drogas y vitaminas.

También es muy interesante que accedas a la base de datos de [Estructuras moleculares](#) del profesor Immel, en la que puedes manipular las moléculas (tamaño, giro, etc). Fíjate en que hay 960, clasificadas por tipo de sustancia. Los átomos grises son de carbono, los blancos de hidrógeno, los rojos de oxígeno, los azules de nitrógeno, los verdes de cloro y los amarillos de azufre.



Simulación 1 [Bednarek](#), Creative commons

2. Compuestos oxigenados

Son los compuestos más importantes desde el punto de vista doméstico e industrial. Los tres grupos más significativos son los alcoholes, los ácidos orgánicos y los ésteres.

Ya conoces los más importantes, porque han ido surgiendo en las unidades anteriores: la polaridad de las moléculas de metanol y etanol y su capacidad para mezclarse con agua, de manera que el volumen de la mezcla disminuye (¿recuerdas el vídeo $1+2=2$ al ver las propiedades de las sustancias?), el carácter de ácido débil del ácido acético, la imposibilidad de eliminar con agua las manchas de las grasas, que son un tipo de éster, etc.

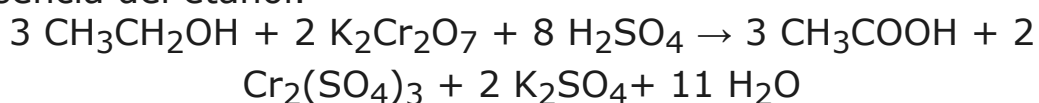
Curiosidad

Control de alcoholemia

El método más extendido para determinar si un conductor sobrepasa los límites legales de alcohol se basa en que el etanol es un reductor suave. Se analiza el etanol presente en el aire que se espira, ya que se encuentra en estado gaseoso, haciéndolo pasar a través de un envase en cuyo interior hay una sal de cromo(VI) de color amarillo, que cambia a sal de cromo(III), de color verde, en presencia del etanol.



Imagen [Ferrándiz](#), Uso libre



En la actualidad, se utiliza el Alcotest 7410, en el que la concentración de alcohol se mide con ayuda de un detector electroquímico, que genera una corriente eléctrica al ponerse en contacto con el alcohol del aliento respiratorio. La corriente eléctrica así generada se somete a evaluación en un microprocesador, y el resultado obtenido se muestra en una pantalla de cristal líquido.

2.1 Alcoholes

Un alcohol es un compuesto que contiene uno o más grupos hidroxilo -OH enlazados a un radical carbonado -R. Se clasifican según el número de grupos hidroxilo (monohidroxílicos, dihidroxílicos, etc) y los monohidroxílicos alifáticos según el número de átomos de carbono unidos al que lleva el grupo -OH (primario, secundario, etc).

CH ₃ OH	Metanol	CH ₃	
CH ₃ - CH ₂ OH	Etanol		
CH ₃ - CHOH - CH ₃	propan-2-ol	CH ₃ - COH - CH ₃	2-metilpropan-2-ol
CH ₃ - CH ₂ -CH ₂ OH	propan-1-ol	CH ₂ OH - CHOH - CH ₂ OH	propano-1,2,3-triol (glicerina)

Obtención

Antiguamente los alcoholes se obtenían únicamente a partir de reacciones de fermentación de carbohidratos por microorganismos. En la actualidad, los cuatro primeros de la serie (de metanol a butanol) se preparan industrialmente por oxidación del gas natural.

En el laboratorio se pueden obtener alcoholes por:

a) hidratación de alquenos.

b) sustitución en halogenuros de alquilo.

c) reducción de aldehidos o cetonas.

d) hidrólisis de ésteres.

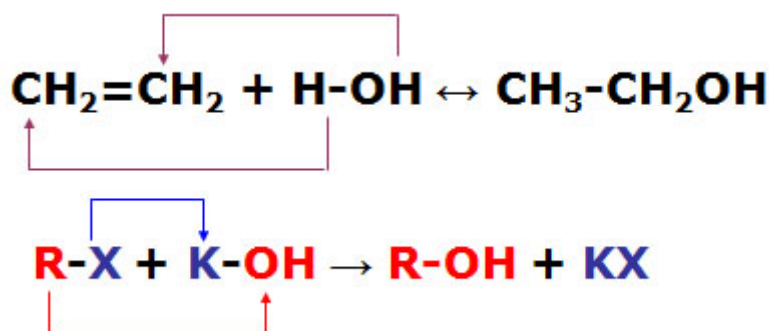
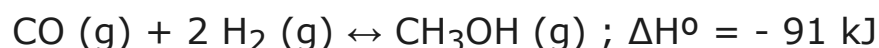


Imagen de elaboración propia

En la imagen puedes ver en primer lugar la síntesis de etanol a partir de etileno y agua (hidratación de alquenos), y después la síntesis de alcoholes por sustitución del halógeno por el grupo OH.

Ejercicio resuelto

El metanol se obtiene industrialmente en condiciones de presión y temperatura determinadas y en presencia de un catalizador (ZnO), según la reacción:



Indica las condiciones de presión y temperatura más adecuadas bajo las cuales debe llevarse a cabo la reacción para obtener un rendimiento de metanol elevado

Mostrar retroalimentación

Como se trata de un equilibrio entre gases de carácter exotérmico, hay que trabajar a temperaturas bajas para que el equilibrio esté desplazado hacia la derecha, de acuerdo con el principio de Le Chatelier. Sin embargo, la velocidad de reacción será entonces baja, y el equilibrio tardará en alcanzarse, por lo que será necesario buscar una temperatura que optimice los factores cinético y de equilibrio.

En cuanto a la presión, deberá ser alta, para que el equilibrio se desplace a la derecha (por cada tres moles de gas se forma solamente uno).

Por último, inyectar continuamente reactivos y eliminar productos.

Propiedades generales de los alcoholes

Los alcoholes son sustancias moleculares polares con puentes de hidrógeno, debidos a la presencia del grupo OH. Por tanto, tienen puntos de fusión y ebullición superiores a los hidrocarburos de igual número de átomos de carbono. El punto de ebullición también aumenta al aumentar la masa molar y disminuye al ramificarse la cadena.

Son muy solubles en agua, pero a medida que aumenta el número de átomos de carbono en la molécula, disminuye su solubilidad en agua, pues en la molécula pierde importancia el papel del grupo OH frente al resto de la molécula, como puedes ver en la imagen.



Imagen de elaboración propia

Reflexiona

El metanol se denomina alcohol de madera porque antiguamente se producía mediante destilación destructiva de ésta. ¿Puedes justificar que sea un líquido a temperatura ambiente mientras

justificar que sea un líquido a temperatura ambiente mientras que el propano es un gas?

Mostrar retroalimentación

Se trata de dos sustancias moleculares, de masas molares parecidas (32 g/mol el metanol y 44 g/mol el propano), por lo que las interacciones dispersivas son algo mayores entre moléculas de propano.

Sin embargo, entre moléculas de metanol hay puentes de hidrógeno, lo que origina que las fuerzas intermoleculares totales sean mayores, y su estado físico sea líquido mientras que el propano es un gas.

Importancia de los alcoholes

En la actualidad, la producción industrial de alcoholes es muy importante ya que son productos básicos de la industria química orgánica. Los más importantes son el metanol, el 2-propanol, el etanol y los butanoles. Otros alcoholes de ocho a dieciocho átomos de carbono son fundamentales en la industria de los detergentes.

El metanol se denomina también alcohol de madera porque se puede obtener por calefacción de la misma en ausencia de aire. Es un líquido incoloro, inflamable y muy tóxico incluso por inhalación (en pequeñas cantidades produce ceguera y la ingestión de algunos gramos puede producir la muerte). Algunas bebidas alcohólicas adulteradas con metanol han causado intoxicaciones masivas. Se utiliza principalmente para obtener formol, plásticos, colorantes, perfumes, alcohol desnaturalizado etc, y como producto intermedio para síntesis, como disolvente de pinturas, barnices, lacas y como componente del líquido limpiaparabrisas.

El 2-propanol (isopropanol) es un buen disolvente industrial por su volatilidad intermedia que facilita su manejo, por su gran poder disolvente (es menos polar que el etanol) y por su suave y agradable olor. Se utiliza también para obtener otros disolventes y compuestos intermedios en síntesis orgánicas y en la industria de perfumería.



Curiosidad

En los últimos años se han realizado avances en la comprensión del mecanismo de actuación de las enzimas que intervienen en el metabolismo del alcohol. Este proceso consiste en la oxidación del etanol a etanal en presencia de la enzima ADH y posterior oxidación del etanol a ácido acético, en este caso en presencia de la enzima ALDH.

Hay dos formas fundamentales de esta enzima, la ALDH, y la ALDH₂, y es esta última la principal responsable de la oxidación de etanal a ácido acético. A partir de este hecho se ha deducido que aproximadamente un 50% de orientales (japoneses, chinos, coreanos, vietnamitas, etc) carecen de la actividad catalítica del ALDH₂ y, como consecuencia, metabolizan el alcohol de forma incompleta con una producción masiva de etanal. La toxicidad de este último provoca en el individuo, entre otros síntomas, malestar abdominal, debilidad muscular, vértigo, fiebre y dolor de cabeza. Estos síntomas, debidos a la deficiencia de ALDH₂, son suficientemente desagradables como para que las personas afectadas tengan aversión al alcohol.

Es significativo que en los países asiáticos en los que no hay prohibición religiosa, el consumo de alcohol sea bajo.

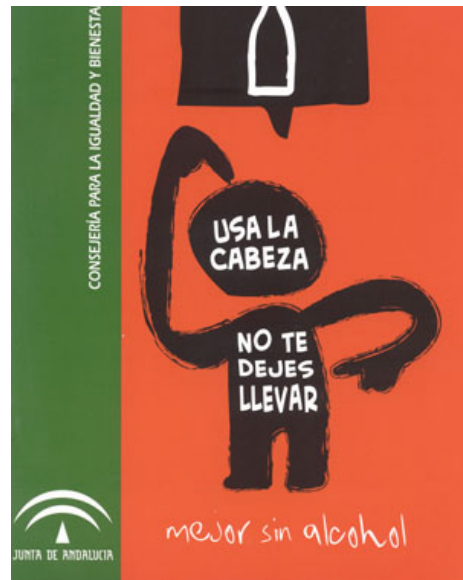


Imagen [Junta de Andalucía](#), Uso libre

Comprueba lo aprendido triple

Indica la afirmación falsa:

- ☐ Por reducción de la butanona se obtiene 2-butanol.
- ☐ Cuando se hidrogena 2-buteno se produce butano.
- ☐ Al hidratar etileno se obtiene etanol.
- ☐ Oxidando 2-propanol se obtiene propanal.

¡Incorrecto! La afirmación es cierta.

¡Incorrecto! La afirmación es cierta.

¡Incorrecto! La afirmación es cierta.

¡Correcto! La afirmación es falsa, ya que se obtiene propanona (acetona).

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

2.2 Ácidos

Los ácidos carboxílicos son compuestos orgánicos que contienen uno o más grupos carboxilo ($-\text{COOH}$, formado por el grupo carbonilo $-\text{C}=\text{O}$ y el grupo hidroxilo $-\text{OH}$). Se trata de estructuras planas en torno al átomo de carbono del grupo carbonilo, ya que tiene hibridación sp^2 , debido al doble enlace con el oxígeno.

HCOOH	Ácido metanoico (ácido fórmico)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	Ácido butanoico (ácido butírico)
CH_3-COOH	Ácido etanoico (ácido acético)	$\text{HOOC}-\text{COOH}$	Ácido etanodioico (ácido oxálico)
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$	Ácido propen-2-oico (ácido acrílico)	$\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{COOH}$	Ácido 2-hidroxipropanoico (ácido láctico)

Propiedades físicas de los ácidos carboxílicos

Tienen olor penetrante y sabor desagradable. El ácido etanoico (acético) que se encuentra en el vinagre en un 5-6% es el responsable de su sabor, y lo mismo sucede con el ácido butanoico (butírico), que es el responsable de las características de la mantequilla rancia ("butyrum", mantequilla en latín).

La estructura del grupo carboxilo, al estar constituido por el grupo OH y el grupo $\text{C}=\text{O}$, proporciona una polaridad especial a la molécula, lo que hace que las moléculas de ácidos carboxílicos puedan formar puentes de hidrógeno tanto entre ellas como con las moléculas de agua cuando están en disolución.

Este doble puente de H intermolecular determina que los puntos de ebullición de los ácidos carboxílicos sean más altos que los de los alcoholes de masa molar y estructura similares, aumentando al hacerse mayor la masa molar del ácido.

Los ácidos desde el metanoico hasta el butanoico son totalmente solubles en agua a temperatura ambiente. A medida que el grupo COOH pierde importancia frente al resto de la molécula, la solubilidad en agua disminuye y aumenta la solubilidad en disolventes apolares.

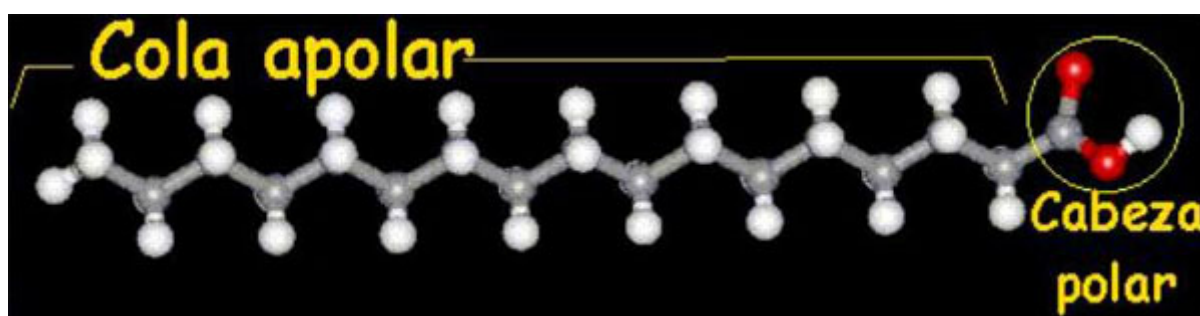


Imagen de elaboración propia

Obtención de ácidos carboxílicos

En el industria se prepara el ácido acético (que es el más importante de todos los ácidos orgánicos) aprovechando que el etanol y el etanal se oxidan con facilidad a ácido.

En el laboratorio el método más empleado es la oxidación de alcoholes primarios o de aldehídos, como puedes ver en la imagen, en la que R- es un radical (CH_3- , $\text{CH}_3\text{-CH}_2-$, etc).



Imagen de elaboración propia

Ejercicio resuelto

Fíjate en los siguientes compuestos: propano, propanol, ácido propanoico. Escribiendo previamente sus fórmulas, ordénalos:

- Según un valor creciente de su punto de ebullición.
- Según un valor decreciente de su solubilidad en agua.

Mostrar retroalimentación

a) Las cadenas carbonadas son de la misma longitud, pero las masas molares van aumentando en la secuencia propano < propanol < ácido propanoico, por lo que también lo hacen las fuerzas dispersivas. Además, entre moléculas de propanol hay puentes de hidrógeno, lo mismo que entre moléculas de ácido propanoico, aunque son mayores en este último caso, ya que se forman puentes dobles.

En resumen, el orden de fuerzas intermoleculares es propano < propanol < ácido propanoico, que será la misma que el orden de puntos de ebullición.

b) El propano no es soluble, al no interaccionar con las moléculas de agua. El propanol es más soluble que el ácido propanoico, ya que los puentes de hidrógeno entre moléculas de propanol son menos intensos que entre las de ácido, y se forman más facilidad con las moléculas de agua.

En resumen, el orden de solubilidad es propano < ácido propanoico < propanol.

Reflexiona

El ácido hexanodioico o ácido adípico se utiliza como acidulante y saborizante (E-355) en masas y levaduras, debido a que no es un compuesto **higroscópico**.

- a) Formula el compuesto.
- b) ¿Cómo se obtiene a partir de hexano-1,6-diol? Indica el nombre del proceso y los reactivos que podrías utilizar.
- c) ¿Cómo lograrías el proceso inverso (del diácido al diol)?

Mostrar retroalimentación

- a) $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$.
- b) Por oxidación con KMnO_4 .
- c) Habría que reducirlo.

Comprueba lo aprendido Múltiple

La fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$, ¿a qué sustancia/s de las propuestas a continuación corresponde?

- ☐ ácido butanoico
- ☐ butano-1,4-diol
- ☐ butanodial
- ☐ ácido 2-metilpropanoico

Mostrar retroalimentación

Solución

- 1. Correcto
- 2. Incorrecto
- 3. Incorrecto

3. Incorrecto

4. Correcto

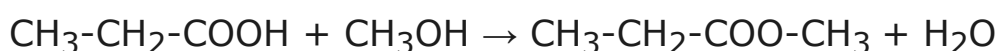
2.3 Ésteres

Los ésteres son derivados funcionales de los ácidos. Se puede considerar que estos compuestos resultan de sustituir el grupo hidroxilo del ácido por el grupo -OR (-O-CH₃, -O-CH₂-CH₃, etc). Cuando, al manifestarse la acidez de los ácidos, el hidrógeno queda sustituido por un metal, se forman sales.

CH ₃ - COO - CH ₃	Etanoato de metilo (Acetato de metilo)	CH ₃ - COO - CH ₂ - CH ₃	Etanoato de etilo (Acetato de etilo)
HCOO - CH ₂ - CH ₃	Metanoato de etilo (Formiato de etilo)	CH ₃ - CH ₂ - COO - CH ₃	Propanoato de metilo
CH ₃ - COONa	Etanoato de sodio (Acetato de sodio)	CH ₃ - CH ₂ - COOK	Propanoato de potasio

Obtención de ésteres

La reacción más habitual es la esterificación, en la que un ácido reacciona con un alcohol para producir un éster y formarse agua.



Fíjate en que el agua se forma entre el OH del alcohol y el H del ácido.

Esta reacción es reversible, de forma que la hidrólisis del éster produce ácido y alcohol. Si se produce en medio básico, la hidrólisis es completa, y se obtiene el alcohol y la sal del ácido. Cuando se forma la sal de un ácido graso de cadena larga, se obtiene un jabón, y la reacción es la saponificación.

Interés industrial

Muchos ésteres se fabrican en grandes cantidades como disolventes indispensables en la industria de pinturas, imprentas, adhesivos, plaguicidas o bien como intermedios para obtener fibras sintéticas, películas fotográficas, para la industria de perfumería, plastificantes, etc.

Ejercicio resuelto

Los ésteres son sustancias que se encuentran con relativa abundancia en la naturaleza, particularmente en los aceites esenciales y en los aromas de frutos y flores, en los que suele haber una mezcla de varios ésteres. Algunos de los más característicos son: acetato de pentilo (plátano), acetato de etilo (piña), butanoato de pentilo (albaricoque) y etanoato de octilo (naranja).

Escribe las fórmulas de los ésteres mencionados.

Mostrar retroalimentación

Acetato de pentilo: $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

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

Butanoato de pentilo: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

Etanoato de octilo: $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

Reflexiona

La aspirina es el medicamento más consumido debido a sus propiedades analgésicas, antiinflamatorias y antipiréticas. Su nombre químico es ácido acetilsalicílico.

Se puede obtener por esterificación del ácido salicílico (ácido 2-hidroxibenzoico o ácido orto-hidroxibenzoico) con el cloruro de acetilo (cloruro de etanoilo).

Formula los compuestos que intervienen en la síntesis.

Mostrar retroalimentación

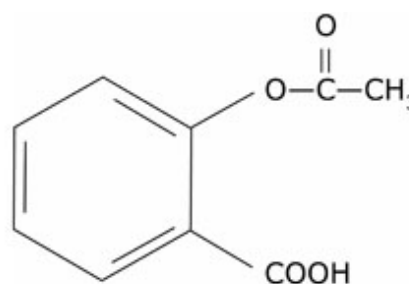
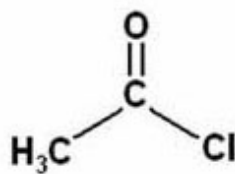
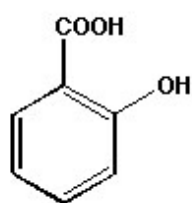


Imagen de elaboración propia

Ésteres de interés biológico: grasas, aceites y ceras

Las grasas, aceites y ceras naturales son ésteres de elevada masa molecular de gran interés biológico. Se les conoce con el nombre de lípidos y son muy abundantes en animales y plantas. Las grasas (sólidas) y los aceites (líquidos) son ésteres de los ácidos grasos superiores (C_{12} a C_{22}) y la glicerina (propanotriol). Se les llama corrientemente glicéridos. Los aceites contienen una mayor cantidad de ácidos grasos no saturados. Las ceras son mezclas complejas de ésteres, ácidos y algunos alcanos superiores, pero los componentes principales son ésteres procedentes de ácidos grasos de cadena larga y alcoholes de elevada masa molecular. Entre los ácidos grasos saturados se puede mencionar el palmítico (hexadecanoico) y el esteárico (octadecanoico), y entre los no saturados, el oleico (9-octadecenoico).



Curiosidad

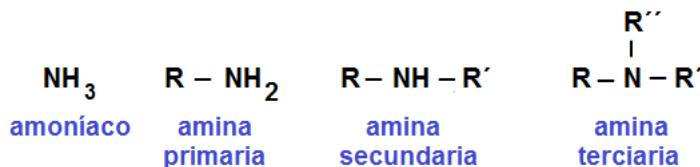
Grasas no saturadas

Las llamadas grasas saturadas contienen relativamente pocos enlaces múltiples carbono-carbono y son sólidas a temperatura ambiente. Las grasas no saturadas contienen mayor proporción de enlaces múltiples y son líquidas a temperatura ambiente. Recientemente, existe la tendencia a consumir las grasas no saturadas en lugar de las saturadas, ya que parece ser que estas últimas pueden aumentar el nivel de colesterol en la sangre, lo que probablemente contribuye a aumentar el riesgo de ataques cardíacos y otros problemas circulatorios.

3. Compuestos nitrogenados

Aminas

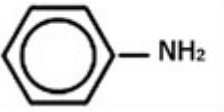
Se pueden considerar compuestos derivados del amoníaco, NH_3 , en el que se han sustituido uno, dos o tres hidrógenos por radicales alquilos o arilos. Se clasifican en:



Las aminas primarias se nombran añadiendo al nombre del radical hidrocarbonado el sufijo *-amina*. Aunque también es válido, si el grupo amino forma parte de una cadena más o menos compleja, indicar su situación con un número localizador lo más bajo posible.

En las aminas secundarias y terciarias, los radicales se nombran por orden alfabético, y se suele indicar con la letra **N**, que dichos radicales 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-**.

CH_3-NH_2	Metilamina	$\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	N-etilmetilamina
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	N,N-dimetilpropilamina		Fenilamina (Anilina)

Propiedades de las aminas

Las aminas más sencillas son gaseosas, conforme aumenta la masa molar son líquidas. Presentan carácter básico.

Importancia industrial

Las aminas son ampliamente utilizadas en la industria como materia prima para síntesis de otros compuestos. También está muy extendido su uso como colorantes.

Amidas

Se obtienen al eliminarse una molécula de agua entre el grupo OH de un ácido y un H del amoníaco (o de una amina).

También habrá amidas *primarias*, *secundarias* y *terciarias* según el número de radicales acilos (ácidos) que se unan al nitrógeno. Es importante no confundir una amida secundaria con una amida primaria N-sustituida.

Se nombran como el ácido, pero con la terminación **-amida**.

$\text{H}-\text{CO}-\text{NH}_2$	Metanamida (Formamida)	$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{NH}_2$	Etanamida (Acetamida)
$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3$	N-metiletanamida	$\text{NH}_2-\text{CO}-\text{CO}-\text{NH}_2$	Etanodiamida

Importancia industrial


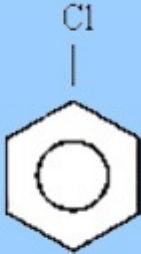
Las amidas juegan un papel muy importante en la industria farmacéutica. También en la industria de los plásticos y polímeros.

4. Compuestos halogenados, tioles y perácidos

Derivados halogenados

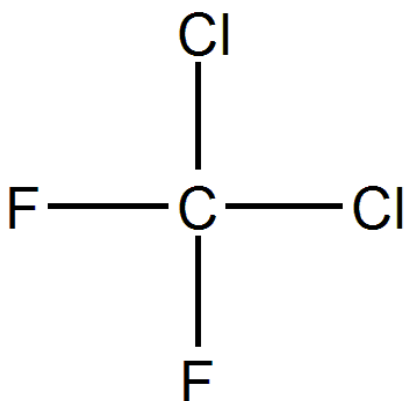
Son hidrocarburos que contienen átomos de halógeno en su molécula.

Se nombran citando en primer lugar el halógeno seguido del nombre del hidrocarburo.

CHCl_3		
Triclorometano (Cloroformo)		
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CCl}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$		
3,3,4-triclorobut-1-eno	p-diclorobenceno	Clorobenceno

Propiedades e importancia industrial

Este tipo de sustancias son polares y presentan puntos de ebullición más altos que los de sus correspondientes alcanos. Son buenos disolventes. Los halogenuros de alquilo se emplean como disolventes industriales, refrigerantes, plaguicidas. Los **freones** son un buen ejemplo de esto.

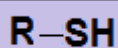


Freon-12 (diclorodifluoroetano)

Imagen de Dalibor Bosits en [Wikimedia Commons](#). CC0

Tioles

Los Tioles son compuestos orgánicos que poseen un átomo de azufre (S) unido a un átomo de hidrógeno. La estructura de los tioles es:



siendo R una cadena carbonada cualquiera. Ejemplos de tioles son los siguientes:

CH_3SH	metanotiol
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SH}$	1-propanotiol
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(SH)-CH}_3$	2-butanotiol
$\text{C}_6\text{H}_5\text{-SH}$	tiofenol

Perácidos

Es un tipo de ácido que tiene un grupo -OOH. Ejemplo de perácido es el



Por lo general son fuertes oxidantes.

5. Compuestos orgánicos polifuncionales

Compuestos polifuncionales

Se denominan así a aquellos compuestos que tienen más de una función orgánica. En estos casos, hay que precisar cuál es la función principal y cuáles las secundarias, ya que el nombre del compuesto vendrá dado por la función principal. Las demás funciones no se tienen en cuenta y se nombran como sustituyentes.

La cadena principal es la que contiene la función principal.

El orden de preferencia para determinar cuál es la función principal está fijado por la IUPAC.

Orden de preferencia según la IUPAC			
Nombre	Fórmula	Terminación	Como sustituyente
Ac.carboxílico	R-COOH	-oico	carboxi-
Éster	R-COOR'	-oato	oxicarbonil-
Amida	R-CO-NH ₂	-amida	carbamoil-
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-

Para saber más

Un aminoácido es un compuesto polifuncional con un grupo amino (-NH_2) y un grupo carboxilo (-COOH ; ácido). Los aminoácidos más frecuentes y de mayor interés son aquellos que forman parte de las proteínas.

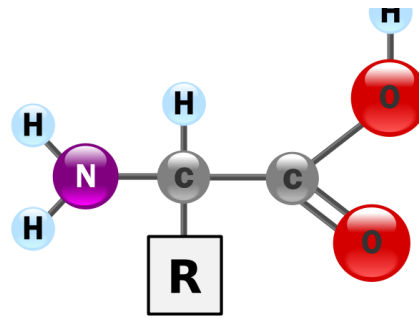


Imagen de [YassineMrabet](#), dominio público

Todos los aminoácidos que forman parte de las proteínas tienen el grupo amino unido al carbono 2, contiguo al grupo carboxilo.

De todos los aminoácidos que se conocen, sólo 20 forman parte de las proteínas.

Glicina	Ácido 2-aminoetanoico	$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
Alanina	Ácido 2-aminopropanoico	$\text{CH}_3\text{-CHNH}_2\text{-COOH}$
Ácido aspártico	Ácido 2-aminobutanodioico	$\text{HOOC-CH}_2\text{-CHNH}_2\text{-COOH}$
Ácido glutámico	Ácido 2-aminopentanodioico	$\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHNH}_2\text{-COOH}$



6. Isomería

Se llaman **isómeros** a dos o más compuestos diferentes que tienen la misma **fórmula molecular** (el mismo número de átomos de cada tipo), pero diferente fórmula estereoquímica -distribución espacial de los átomos- y, por tanto, propiedades físicas y químicas diferentes.

Se dividen en dos grandes grupos: **estereoisómeros** e **isómeros estructurales**.

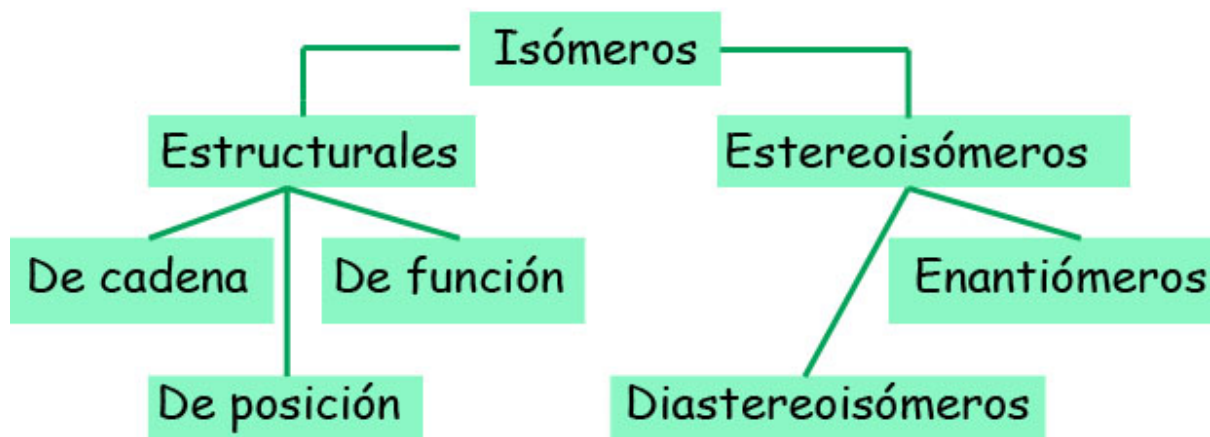


Imagen de elaboración propia

Isómeros Estructurales

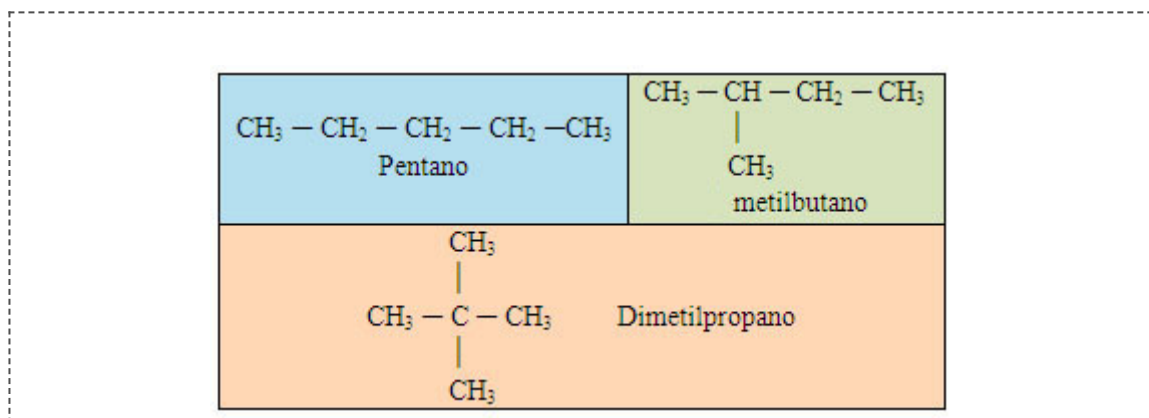
Los isómeros se diferencian por el orden en que están enlazados los átomos en la molécula. Se dividen en: **de cadena**, **de posición** y **de función**.

De cadena: Distinta colocación de algunos átomos en la cadena. El carbono forma cadenas sencillas o ramificadas.	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ Butano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ Metilpropano
De posición: Distinta posición del grupo funcional.	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ propan-1-ol	$\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$ propan-2-ol
De función: Distinto grupo funcional. Ej: Alcoholes-Éteres y Aldehídos-Cetonas	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$ Etanol	$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$ Dimetiléter Metoximetano

Ejercicio resuelto

Formula y nombra tres isómeros de cadena del pentano.

Mostrar retroalimentación



Estereoisomería

Los isómeros se diferencian por la disposición tridimensional de los átomos en la molécula. Se clasifican en **diastereoisómeros** (isomería geométrica o cis-trans) y **enantiómeros** (isomería óptica).

Diastereoisómeros (isomería geométrica o cis-trans)

Es propia de los compuestos con **dobles enlaces**. El isómero cis o Z es el que tiene los grupos atómicos iguales más próximos espacialmente, en el mismo lado con respecto al doble enlace; si se sitúan en lados opuestos, el isómero es trans o E.

Las dos moléculas sólo difieren en la disposición espacial de sus átomos; una no es la imagen especular de la otra.

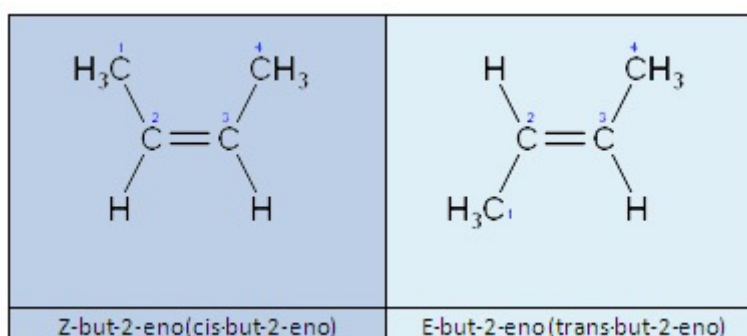


Imagen de elaboración propia

Enantiómeros (isomería óptica)

Es propia de compuestos con **carbonos asimétricos** o **quirales**, es decir, con los cuatro sustituyentes diferentes.

Sus moléculas guardan entre sí una relación imagen-objeto especular. Un enantiómero

gira el plano de polarización de la luz hacia la izquierda (levo) y el otro hacia la derecha (dextro).

La mezcla equimolecular se llama **mezcla racémica** y no presenta actividad óptica.

Los aminoácidos, excepto la glicina, tienen un carbono asimétrico y presentan los dos enantiómeros, aunque en la naturaleza es habitual encontrar sólo uno de ellos.

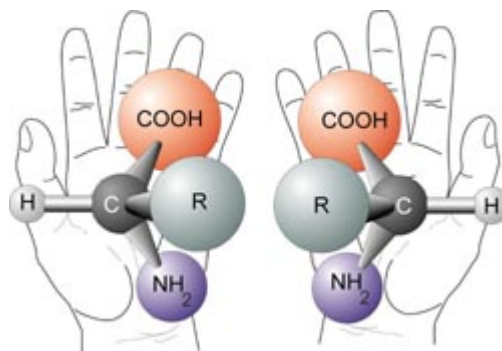


Imagen [NASA](#), Dominio público

Ejercicio resuelto

Formula y nombra los isómeros geométricos (diastereoisómeros) que presenta el 1,2-dicloroeteno.

Mostrar retroalimentación

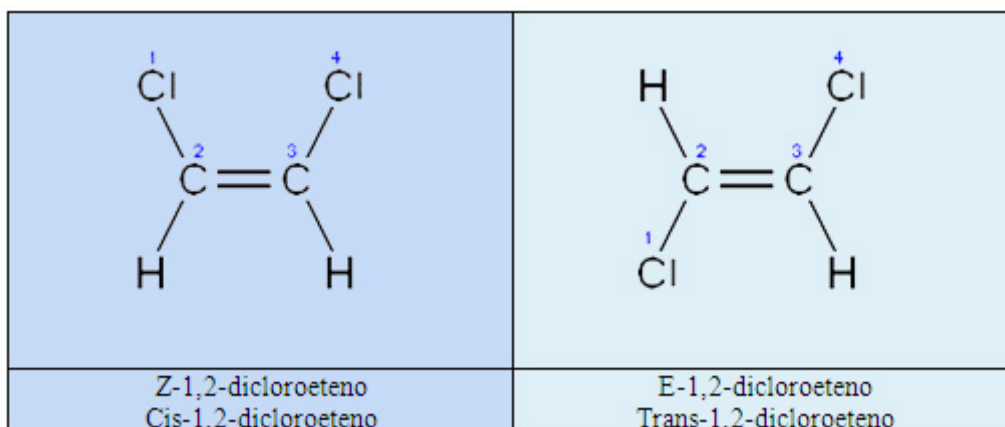


Imagen de elaboración propia

Ejercicio resuelto

¿Qué clase de isomería presenta el ácido 2-hidroxipropanoico?

Mostrar retroalimentación

El ácido 2-hidroxipropanoico (ácido láctico) tiene el carbono 2 asimétrico (quiral), por lo que tiene dos enantiómeros, uno

levógiro (S) y otro dextrógiro (R).

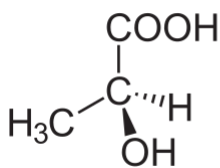


Imagen [Neurotiker](#), Dominio público

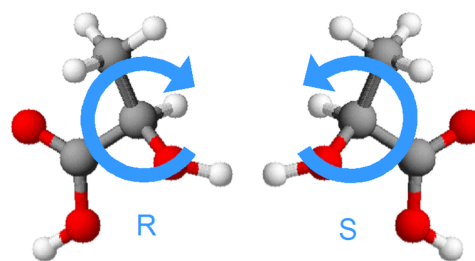
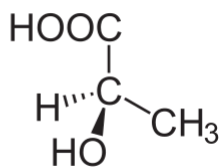


Imagen [Paginazero](#), Dominio público

Reflexiona

Formula y nombra un isómero de cadena, uno de posición y otro de función del butan-1-ol.

Mostrar retroalimentación

El butan-1-ol tiene la fórmula $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$

Los isómeros pedidos pueden ser:

De cadena	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Metilpropan-1-ol</p>
De posición	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$ <p>butan-2-ol</p>
De función	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ <p>Etoxietano o dietil eter</p>


Importante

En los compuestos de la química del carbono, el átomo de carbono es siempre tetravalente y forma enlaces sencillos, dobles y triples.

La unión de los átomos de carbono entre sí da lugar a cadenas carbonadas, que forman el esqueleto de las moléculas orgánicas, y pueden ser **abiertas, cerradas y ramificadas**.

Se llama **función química** a cada grupo de compuestos con propiedades y comportamientos químicos característicos.

Cada función se caracteriza por poseer un agregado, de uno o varios átomos, al que se denomina **grupo funcional**.

FUNCIÓN		GRUPO FUNCIONAL
Hidrocarburos	Alcanos (parafinas)	No tiene
	Alquenos (olefinas)	$\text{>C}=\text{C}<$
	Alquinos (acetilenos)	$-\text{C}\equiv\text{C}-$
	Aromáticos	
Funciones oxigenadas	Alcoholes	$-\text{OH}$
	Éteres	$-\text{O}-$
	Aldehídos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$
	Cetonas	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$
	Ácidos carboxílicos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
	Ésteres	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \\ \text{O}- \end{array}$
Funciones nitrogenadas	Aminas	$\begin{array}{c} \text{N}- \\ \end{array}$
	Amidas	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{N}- \\ \end{array}$

Importante

Reglas para nombrar los compuestos del carbono

- Se elige como cadena principal la más larga que contenga el grupo funcional.
- El nombre tienen un prefijo que depende de la longitud de la

cadena y un sufijo según cuál sea el grupo funcional.

- Se numeran las posiciones de modo que el grupo funcional tenga el número menor posible.
- Se indica la posición de los sustituyentes (metilo, etilo, etc), que se nombran por orden alfabético.
- Si hay varios sustituyentes o grupos funcionales iguales se usan los prefijos di, tri, tetra, etc.
- Las posiciones en el benceno también se numeran. Si hay dos sustituyentes, 1,2-es posición orto, o-; 1,3-, meta, m-; y 1,4-, para, p-.

Importante

Alcoholes

Un alcohol es un compuesto que contiene uno o más grupos hidroxilo -OH enlazados a un radical carbonado -R. Se clasifican según el número de grupos hidroxilo (monohidroxílicos, dihidroxílicos, etc) y los monohidroxílicos alifáticos según el número de átomos de carbono unidos al que lleva el grupo -OH (primario, secundario, etc).

Importante

Ácidos carboxílicos

Los ácidos carboxílicos son compuestos orgánicos que contienen uno o más grupos carboxilo (-COOH, formado por el grupo carbonilo -C=O y el grupo hidroxilo -OH). Se trata de estructuras planas en torno al átomo de carbono del grupo carbonilo, ya que tiene hibridación sp^2 , debido al doble enlace con el oxígeno.

Importante

Ésteres

Los ésteres son derivados funcionales de los ácidos. Se puede considerar que estos compuestos resultan de sustituir el grupo hidroxilo del ácido por el grupo -OR (-O-CH₃, -O-CH₂-CH₃, etc). Cuando al manifestarse la acidez de los ácidos el hidrógeno queda sustituido por un metal, se forman sales.

Importante

Aminas

Se pueden considerar compuestos derivados del amoníaco, NH₃, en el que se han sustituido uno, dos o tres hidrógenos por radicales alquilo o arilo.

Importante

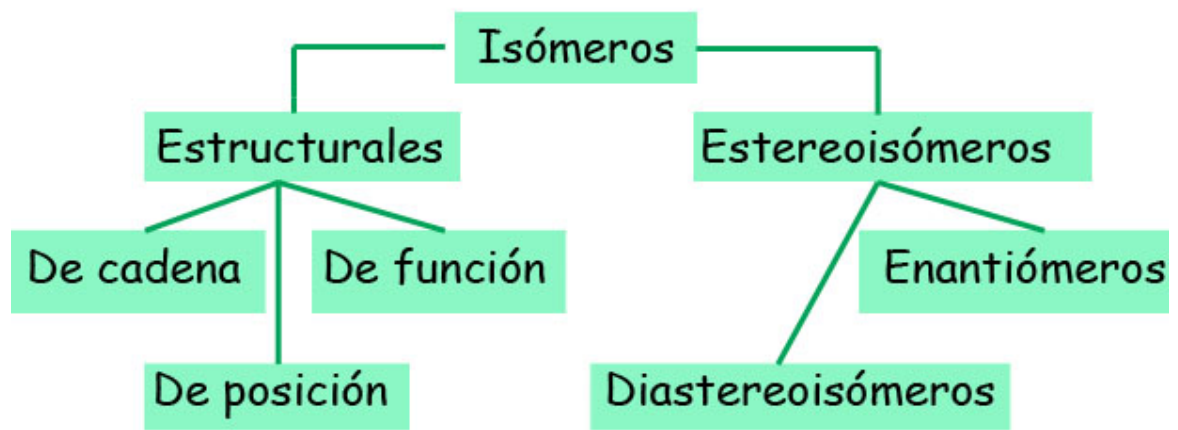
Amidas

Se obtienen al eliminarse una molécula de agua entre el grupo OH de un ácido y un H del amoníaco (o de una amina).

Importante

Isomería

Se llaman **isómeros** a dos o más compuestos diferentes que tienen la misma **fórmula molecular** pero diferente fórmula estereoquímica y, por tanto, propiedades físicas y químicas diferentes.



Imprimible

Descargar [imprimible](#) (pdf - 2292 KB) .

QU2_-_Tema_3.1__Compuestos_de_carbo... 1 / 32

Aviso Legal

El presente texto (en adelante, el "**Aviso Legal**") regula el acceso y el uso de los contenidos desde los que se enlaza. La utilización de estos contenidos atribuye la condición de usuario del mismo (en adelante, el "**Usuario**") e implica la aceptación plena y sin reservas de todas y cada una de las disposiciones incluidas en este Aviso Legal publicado en el momento de acceso al sitio web. Tal y como se explica más adelante, la autoría de estos materiales corresponde a un trabajo de la **Comunidad Autónoma Andaluza, Consejería de Educación y Deporte (en adelante Consejería de Educación y Deporte)**.

Con el fin de mejorar las prestaciones de los contenidos ofrecidos, la Consejería de Educación y Deporte se reserva el derecho, en cualquier momento, de forma unilateral y sin previa notificación al usuario, a modificar, ampliar o suspender temporalmente la presentación, configuración, especificaciones técnicas y servicios del sitio web que da soporte a los contenidos educativos objeto del presente Aviso Legal. En consecuencia, se recomienda al Usuario que lea atentamente el presente Aviso Legal en el momento que acceda al referido sitio web, ya que dicho Aviso puede ser modificado en cualquier momento, de conformidad con lo expuesto anteriormente.

Régimen de Propiedad Intelectual e Industrial sobre los contenidos del

