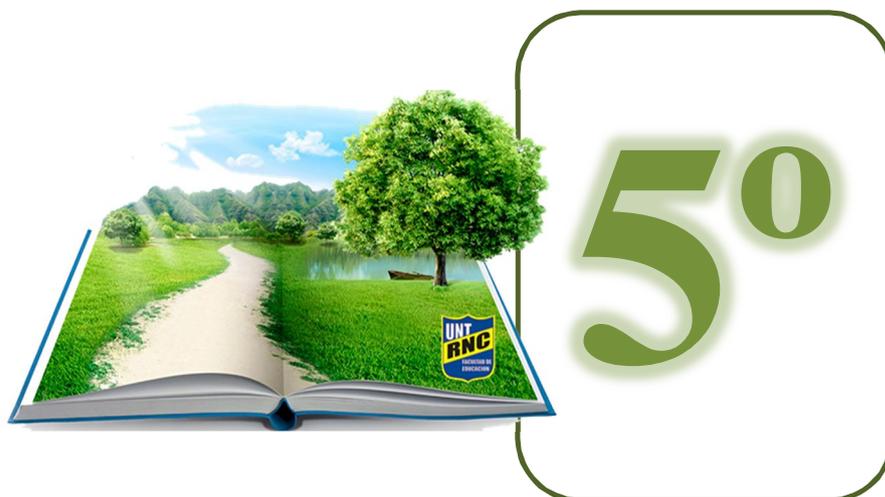




Universidad Nacional de Trujillo
Facultad de Educación y Ciencias de la Comunicación
C.E.E. "RAFAEL NARVÁEZ CADENILLAS"



"Procesos del pensamiento para una ciencia con conciencia"



Ciencia y Tecnología

Química Orgánica

Estudiante: _____ Sección: _____

Teléfono: _____ e-mail: _____

Lic. Robert B. Esquivel Chacón

Trujillo - 2020

PRESENTACIÓN

"Hoy por hoy, la Química Orgánica está a punto de enloquecerme. Se me figura como un bosque tropical primitivo, lleno de las cosas más notables, una selva infinita, terrible, en la que uno no se atreve a penetrar porque parece que no hay salida" (Friedrich Wöhler, 1935).

La descripción metafórica realizada por Whöler, más que asustarnos, debería enfocar nuestro interés por esta "maravillosa" rama de la química y llevarnos al planteamiento de una serie de preguntas básicas, como por ejemplo, ¿Qué estudia la química orgánica? ¿Por qué Whöler la describe de una forma tan magnífica? ¿Por qué el término «orgánico»? ¿Cuál es la importancia de esta ciencia para la humanidad?, etc.

Para un mejor aprendizaje de esta área se ha previsto un conjunto de estrategias de trabajo orientadas al desarrollo de las tres competencias del área de Ciencia y Tecnología: Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos; explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo y Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno; esto en concordancia con el desarrollo de los procesos del pensamiento: comprensión profunda, criticidad y creatividad, en el marco de los proyectos institucionales.

Esperamos, querido estudiante Rafaelino, que este módulo sea un aporte en tu formación integral, te recomendamos que antes de clase leas previamente el tema a aprender, revises información complementaria en tu biblioteca personal, en la biblioteca de la institución educativa, en las bibliotecas virtuales y diversas fuentes de información en donde te puedes enriquecer valiosamente en el maravilloso mundo de la Química.

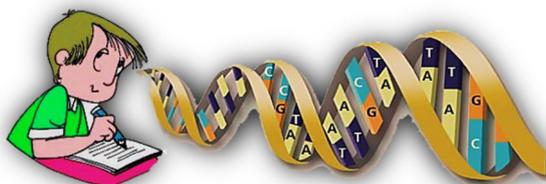
El Autor

INDICE

| Contenido | pág. |
|---|------|
| PRESENTACIÓN | 2 |
| INDICE | 3 |
| SESIÓN 01: QUÍMICA ORGÁNICA | 4 |
| SESIÓN 02: PROPIEDADES DEL CARBONO | 9 |
| SESIÓN 03: ALCANOS | 13 |
| SESIÓN 04: ALQUENOS | 20 |
| SESIÓN 05: ALQUINOS..... | 27 |
| SESIÓN 06: CICLOALIFÁTICOS | 32 |
| SESIÓN 07: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS | 40 |
| SESIÓN 08: ALCOHOLES..... | 47 |
| SESIÓN 09: ÉTERES..... | 53 |
| SESIÓN 10: ALDEHÍDOS | 58 |
| SESIÓN 11: CETONAS | 63 |
| SESIÓN 12: ÁCIDOS CARBOXÍLICOS | 67 |
| SESIÓN 13: ÉSTERES..... | 72 |
| BIBLIOGRÁFICAS..... | 75 |
| ANEXO..... | 76 |

Unidad Didáctica I
 "NOS INTEGRAMOS COMO FAMILIA RAFAELINA PROMOVRIENDO UNA VIDA
 SALUDABLE"

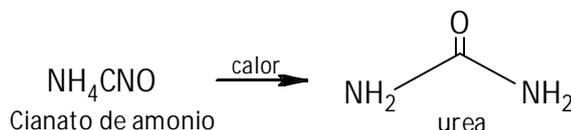
Sesión 01: INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA ORGÁNICA



A principios del siglo XIX prevalecía la idea de que sólo los organismos vegetales o animales, es decir, los seres vivos, producían sustancias tan complejas como los azúcares, las proteínas, los lípidos, los pigmentos y los aromas, entre otros, debido a que poseían una "fuerza vital". Jöns Jacob Berzelius (1779 - 1848) apoyaba esta línea de pensamiento que se conoce como "vitalismo".

Estas ideas y la incapacidad de elaborar en el laboratorio tales sustancias fortalecieron la división de los compuestos en dos grandes grupos: los orgánicos, de origen animal o vegetal, y los inorgánicos, de origen mineral.

Sin embargo, en 1828 el químico alemán Friedrich Wöhler (1800 - 1882), mediante el calentamiento de cianato de amonio, un compuesto inorgánico, logró sintetizar la urea, un compuesto orgánico que se encuentra en la orina de animales y humanos.



Por primera vez, se había obtenido un compuesto "orgánico" a partir de algo distinto a un organismo vivo y, por supuesto, sin ayuda de alguna clase de fuerza vital. Quedó claro que los químicos necesitaban una nueva definición para los "compuestos orgánicos".

Compuestos orgánicos

Actualmente, sin importar si los compuestos tienen origen natural o sintético, la característica que distingue a todos los compuestos "orgánicos" es la presencia de carbono en su estructura. Se exceptúan a los compuestos como el CO, CO₂, CS₂, así como algunos bicarbonatos (HCO₃⁻), carbonatos (CO₃⁼), cianuros (CN⁻), cianatos (CNO⁻) y sulfocianuros (CNS⁻) que tradicionalmente se consideran compuestos inorgánicos.

Diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos

Un compuesto orgánico tiene como base el carbono; sin embargo, otros elementos pueden formar parte de este tipo de compuestos como el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno. La unión covalente entre sus átomos hace que los compuestos formados, por lo general, sean insolubles en agua, de bajo punto de ebullición y fusión, malos conductores de electricidad y calor, y poco resistentes al aumento de temperatura (termolábil). Una característica sorprendente de los compuestos orgánicos es que dos o más de estas sustancias pueden tener la misma fórmula química (isomería).



Carbono

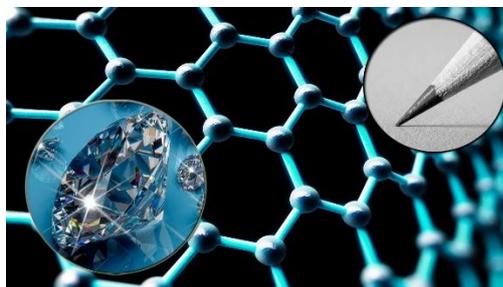
El carbono es el pilar básico de la Química Orgánica; se conocen cerca de 10 millones de compuestos de carbono, y forma parte de todos los seres vivos conocidos.



El carbono es un elemento químico de número atómico 6. Es sólido a temperatura ambiente. Dependiendo de las condiciones de formación puede encontrarse en la naturaleza en forma cristalina, como es el caso del grafito, el diamante, los fullerenos y los nanotubos; o bien en forma amorfa, como es el caso de la turba, el lignito, la hulla y la antracita.

Estados alotrópicos¹.- Las formas alotrópicas incluyen, sorprendentemente, una de las sustancias más blandas (el grafito) y la más dura (el diamante) y, desde el punto de vista económico, uno de los materiales más baratos (grafito) y uno de los más caros (diamante). Otras formas alotrópicas son los fullerenos y los nanotubos.

- ü Diamante (presenta enlace covalente sp^3). Es la variedad más pura de carbono que se conoce (99.99%); Tiene punto de fusión elevado (3500°C) y es conocido por su dureza (10 en la escala de Mohs). Se emplea para cortar metales en la cuchilla de los tornos, taladros, etc. y algunas de sus variedades transparentes se emplean como piedras preciosas, de gran valor monetario. Es mal conductor del calor y la electricidad. Cristaliza en el sistema cúbico.
- ü Grafito, Plomo negro o plumbagina (presenta enlace covalente sp^2). Es blando de color gris negruzco, posee brillo metálico, punto de fusión elevado, buen conductor del calor y la electricidad. Se emplea para fabricar lápices, electrodos de pilas, etc. Cristaliza en el sistema hexagonal.



Isótopos².- En la naturaleza, el carbono se presenta en tres formas isotópicas: $^{12}_6\text{C}$ (98,89%), $^{13}_6\text{C}$ (1,11%) y $^{14}_6\text{C}$ (trazas). Se trata del mismo carbono pero en sus núcleos hay un número distinto de neutrones. Es por ello que la masa atómica es diferente. El C-12 sirve de base para el cálculo de las masas de los elementos químicos (IUPAC, 1962); el C-14 es un radioisótopo con una vida media de 5715 años que se emplea en la datación de especímenes orgánicos.

Carbón

Es un tipo de roca formada por carbono mezclado con otras sustancias. Es una de las principales fuentes de energía. En 1990, por ejemplo, el carbono suministraba el 27,2% de la energía del mundo. El carbón se presenta en diferentes variedades:



- Carbón natural.- Este carbón es el resultado de un proceso natural denominado "carbonización". La carbonización es un proceso fermentativo anaeróbico, a condiciones extremas de temperatura y presión, de los restos orgánicos que quedaron sumergidos en el interior de la tierra por efectos de grandes cataclismo.



Proceso de carbonización

¹ La alotropía es la propiedad que poseen determinados elementos químicos de presentarse bajo estructuras moleculares diferentes, por tanto, presentan características físicas distintas.

² Los isótopos son átomos de un mismo elemento que presentan el mismo número de protones, pero tiene una cantidad diferente de neutrones, y por lo tanto, difieren en el número másico.



La turba, el lignito, la hulla y la antracita no presentan geometría externa definida por lo que se les denomina carbón amorfo.

- ü *Turba*. Es el carbón de menor costo como combustible, se debe a que tiene un poder calorífico muy pobre. Se le usa para fabricar cartones, etc.
- ü *Lignito*. Es muy flojo como combustible pero es un estado muy avanzado en la carbonización de los vegetales. Suele tener color negro pardo y estructura fibrosa o leñosa. Se le emplea en general como combustible.
- ü *Hulla*. combustible fósil con una riqueza en carbono de 80%. Es de color negro mate, y arde con dificultad con una llama amarillenta. Es el mejor y más abundante carbón mineral. Se le usa para hornos de gas, etc.
- ü *Antracita*. (del griego *anthrax*, *carbón*) carbón duro con alto contenido de carbono fijo (90%). Es color negro brillante, una estructura cristalina indefinida. Se utiliza sobre todo como combustible y como fuente de carbono industrial. Se supone que procede de la fermentación de vegetales que han sido sepultados en terrenos pantanosos.

Tabla 1. Porcentaje de carbono y poder calorífico del carbón natural

| VARIEDAD | CONTENIDO DE CARBONO (%) | PODER CALORÍFICO (kcal/kg) |
|-----------|--------------------------|----------------------------|
| Antracita | 90 | 8000 |
| Hulla | 80 | 6500 |
| Lignito | 70 | 5000 |
| Turba | 60 | < 4000 |

- Carbón artificial.- Es aquel tipo de carbón amorfo que ha sido producido por la mano del hombre mediante un proceso determinado. Entre los principales tenemos:
 - ü *Negro humo u hollín*. Es un carbón ligero, negro, pulverulento que resulta de la combustión incompleta de sustancias orgánicas. Se emplea en la fabricación de pinturas, tinta de imprenta, tinta china, cintas para máquinas de escribir, papel carbón, betún, en la vulcanización de las llantas y otros.
 - ü *Negro animal*. Se produce por la carbonización de huesos de animales en ausencia de aire. Está constituido por 10% de fosfato de calcio. No es combustible, pero tiene gran poder adsorbente y decolorante, por eso se emplea en grandes cantidades para decolorar los líquidos, y sobre todo en la fabricación y refinación del azúcar.
 - ü *Carbón vegetal*. Es el residuo de la destilación de la madera o de su combustión al abrigo del aire. Es muy poroso, por lo que posee propiedades absorbentes de gases. En forma de láminas se utiliza en las máscaras antigás; también absorbe sustancias en disolución coloidal (clarificante de vinos).
 - ü *Coque o coke*. Carbón liviano y poroso producto de la destilación destructiva de la hulla en ausencia de aire. El coque es una de las materias básicas en el proceso de obtención de hierro de allí que se le conoce también como *carbón siderúrgico*.
 - ü *Carbón de retorta*. Es el carbono que queda incrustado en las paredes interiores de las retortas del material refractario donde se realiza la destilación de la hulla. Es un carbón muy duro, arde con dificultad y es buen conductor de calor y electricidad por lo que se utiliza en la construcción de electrodos de aparatos eléctricos.
 - ü *Carbón activado*. Carbono amorfo granular y en polvo, presenta elevada superficie de contacto, la cual le confiere óptimas cualidades como adsorbentes de gases.

Reservas carboníferas en el Perú

Los principales yacimientos son: Cuenca del Río Santa (Ancash), Goyllarisquizga (Pasco), Oyón (Lima), Hatunhuasi (Junín) y la cuenca del Alto Chicama (La Libertad).

La Libertad comercializa más de 100 mil toneladas de carbón al mes.

R

La química orgánica es la química del carbono y de sus compuestos. La parte más importante de la química orgánica es la síntesis de moléculas.

N



Ciencia: conjunto organizado de conocimientos sobre la realidad obtenida a través del método científico. (Sierra Bravo, 1984).
Tecnología: aplicación de la ciencia con la finalidad de crear productos que satisfagan las necesidades humanas.

C

Los compuestos que contienen carbono se denominaron originalmente orgánicos porque se creía que existían únicamente en los seres vivos.

01. ¿Qué características NO corresponden a un compuesto orgánico?

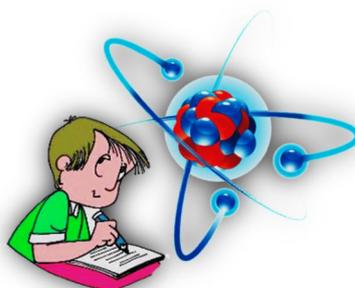
- A) La mayoría se descompone fácilmente.
- B) Son solubles en disolventes orgánicos.
- C) En sus moléculas predomina el enlace covalente.
- D) Son menos abundantes que los inorgánicos.
- E) Presenta el fenómeno de la isomería.

02. Indica la información verdadera en:

- A) El número total de compuestos inorgánicos es mucho mayor al número total de compuestos orgánicos.
- B) La Química Orgánica es también conocida como la química del oxígeno.
- C) Los compuestos orgánicos son solubles, preferentemente en agua.

- D) El diamante no puede ser rayado por ningún compuesto, por ser el mineral más duro.
- E) El diamante y el grafito son alótropos del carbono.
03. La síntesis de Wöhler pone fin a la teoría de
- A) Del flogisto -Stahl
B) Alquimista - Boyle
C) Filosofal - Sócrates
D) Vitalista - Berzelius
E) Flogisto - Geber
04. El isótopo más abundante del carbono es:
- A) $^{12}_6\text{C}$ B) $^{13}_6\text{C}$ C) $^{14}_6\text{C}$ D) $^{11}_6\text{C}$ E) N.A
05. Es conocido también como carbón siderúrgico:
- A) Hulla B) Turba C) Coque
D) Negro de Humo E) Grafito
06. El grafito y el diamante son:
- A) Isótopos del C
B) Isóbaros del C
C) Alótropos del C
D) Isótonos del C
E) Híbridos del C
07. Variedad de carbón que contiene entre 55-65% de carbono y que al combustionar 1kg de él se obtiene una cantidad inferior a 4000kcal.
- A) Lignito B) Antracita C) Diamante
D) Hulla E) Turba
08. "Fue quien obtuvo casualmente en laboratorio el primer compuesto orgánico:"
- A) Whöler - Dicarboamida
B) Kekule - Cianato de amonio
C) Kekule - Urea
D) Whöler - Urea
E) A y D
09. No es un material orgánico:
- A) Celulosa B) Sacarosa C) Proteína
D) Lípido E) Vidrio
10. Indique qué compuesto no es orgánico
- A) CH_4 B) C_6H_{12} C) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
D) CO_2 E) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
11. Indicar ¿Verdadero o falso?
- () Whöler descubrió los compuestos orgánicos.
() Química del carbono y química orgánica son términos semejantes.
() Los elementos organógenos son C, H, O, N y Ar.
() Los compuestos orgánicos son solubles en disolventes orgánicos.
() La mayoría de compuestos inorgánicos presentan isomería.
- A) VVFFV B) FFVVV C) VFVFV
D) VVVVV E) FFFFF
12. Indique cuántos de los siguientes carbonos son naturales:
- () Antracita
() Lignito
() Negro de humo
() Coque
- A) 0 B) 1 C) 2 D) 3 E) 4
13. No es una característica de los compuestos orgánicos:
- A) Ser solubles en disolventes orgánicos
B) Presentar isomería
C) Ser resistentes a las altas temperaturas
D) Sus reacciones son generalmente lentas
E) Ninguna
14. Referido al diamante, indicar lo falso:
- A) Es el carbono más puro que se conoce.
B) Cristaliza en el sistema cúbico.
C) Sus átomos se unen mediante enlaces covalentes del tipo sp^3
D) Es generalmente incoloro.
E) Cristaliza en el sistema hexagonal.
15. De los siguientes tipos, indique: ¿cuáles son los carbonos amorfos naturales?
- 1) Hulla 2) Coque 3) Lignito
4) Hollín 5) Antracita
- A) 2,3,4 B) 1,2,3 C) 3,4,5 D) 1,3,5 E) 2y4
16. Carbono amorfo natural empleado en la vulcanización de las llantas:
- A) Negro de Humo B) Hulla C) Lignito
D) Coque E) Grafito
17. Respecto al diamante es falso
- A) Es el carbono más puro.
B) Los átomos de carbono se unen mediante enlaces covalentes.
C) Es generalmente incoloro.
D) Cristaliza en el sistema hexagonal.
E) Existe más de una afirmación falsa.
18. Son elementos organógenos:
- A) C,H B) C, H y O C) C, H, O y N
D) C, H y S E) N.A
19. Con respecto al diamante, es falso:
- A) Es el carbono más duro.
B) Los átomos de carbono se unen mediante enlaces covalentes.
C) Cristaliza en el sistema hexagonal.
D) Es generalmente incoloro.
E) Es el Carbono más puro.
20. Según las características mencionadas:
- Electrodo inerte.
 - Lubricante sólido.
 - Mezclado con arcilla es mina de lápiz.
 - Posee estructura cristalina.
- Se trata de un tipo de carbono que es:
- A) Hulla B) Antracita C) Diamante
D) Grafito E) Coke

Sesión 02: PROPIEDADES DEL CARBONO

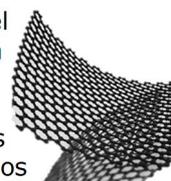


| | | |
|------------------|----------|-------|
| 6 | 12,01115 | 2, ±4 |
| 4838 | 3727 | 2, 2b |
| C | | |
| $1s^2 2s^2 2p^2$ | | |
| Carbono | | |

El número de compuestos del carbono es varias veces mayor que el número de sustancias que no lo contienen. ¿Qué propiedad tan especial posee el carbono como para permitirle formar tantos compuestos?

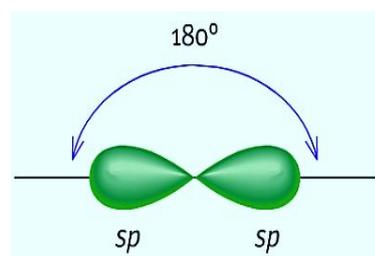
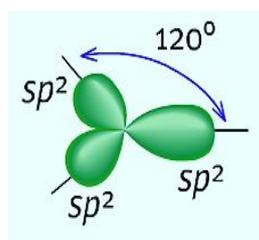
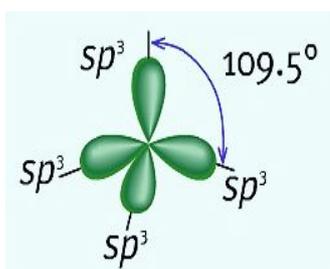
Si desarrollamos la configuración electrónica del carbono podemos observar que posee cuatro electrones en su capa más externa (dos electrones en el subnivel 2s y dos electrones en el subnivel 2p), por

tanto, podemos inferir que: a) el átomo de carbono tiene la capacidad de compartir un máximo de 4 electrones (tetravalencia); b) Cuando se combina con otros átomos no pierde ni gana electrones, tiende a compartirlos (covalencia). Sin embargo, la propiedad más esencial del átomo de carbono es su capacidad de compartir pares de electrones con otros átomos de carbono hasta un grado que es imposible para otros elementos (excepto del silicio) que le permite formar una amplia gama de ordenaciones estructurales lineales, ramificadas, cíclicas, etc. (concatenación). Además es capaz de compartir con otros átomos de carbono más de un par electrónico (autosaturación). Sin embargo la propiedad más importante del carbono es la hibridación.

Hibridación³

La hibridación es la mezcla de dos o más orbitales puros de un mismo nivel, para formar nuevos orbitales de diferente geometría y orientación, pero de igual contenido energético. El carbono para formar compuestos orgánicos presenta tres tipos de hibridación: sp^3 , sp^2 y sp .

- Hibridación sp^3 (tetraédrica o tetragonal). Se origina al mezclarse un orbital 2s y los tres orbitales 2p formando cuatro orbitales híbridos. Estos orbitales híbridos equivalentes que resultan se denominan sp^3 . Sus ejes se encuentran orientados en el espacio hacia los vértices de un tetraedro regular, es decir, los ángulos entre los ejes de los orbitales son de $109^\circ 28'$.
- Hibridación sp^2 (Triangular Planar o Trigonal). Se origina por combinación entre un orbital 2s y dos orbitales 2p, formando tres orbitales híbridos sp^2 . Los tres orbitales sp^2 se encuentran sobre un mismo plano, perpendicular al orbital 2p no hibridado restante, y un ángulo de 120° entre sus ejes.
- Hibridación sp (Lineal o Digonal). Se forma por la mezcla de un orbital 2s y un orbital 2p dando origen a dos orbitales híbridos sp con sus ejes situados de forma lineal (180°). Los ejes de los dos orbitales 2p restantes sobre cada carbono quedan situados a 90° de los orbitales sp y también a 90° entre sí.

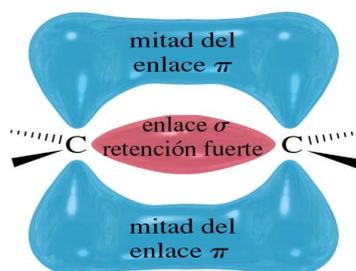


³ La hibridación es un modelo teórico que permite explicar los enlaces covalentes. No se aplica a átomos aislados.

Enlaces entre átomos de carbono

Los enlaces se pueden clasificar como:

- Enlace sigma (σ). Este enlace se forma por sobreposición o solapamiento de dos orbitales que se sitúan a lo largo del *eje internuclear*.
- Enlace pi (π). Se forma cuando los orbitales "p" se traslapan o solapan lado con lado perpendicularmente al eje internuclear.



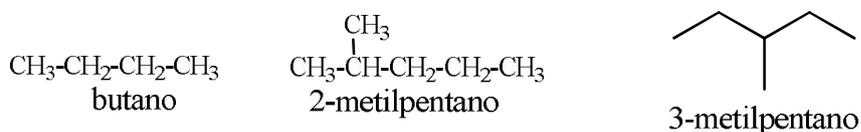
Cadenas carbonadas

Sucesión de átomos de carbono enlazados entre sí mediante enlaces covalentes. Forman el esqueleto de una molécula orgánica.

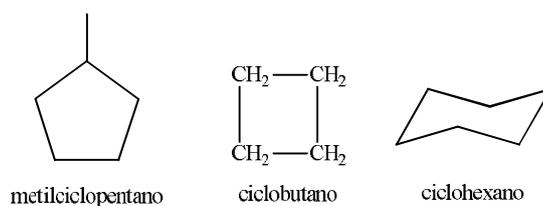
- Clases

Según la forma:

- ü Abiertas o lineales. Cuando los átomos de carbono extremos no están unidos.

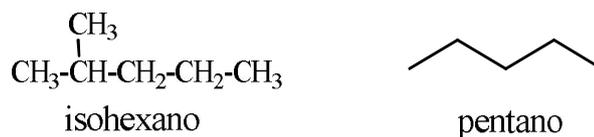


- ü Cerradas o cíclicas. Cuando los átomos de carbono extremos se unen entre sí formando ciclos o anillos.

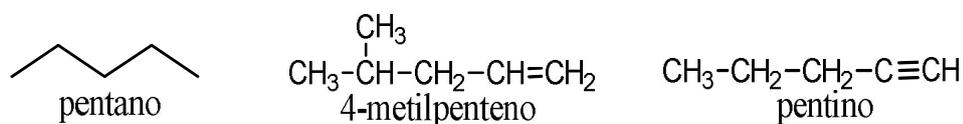


Según el tipo de enlace

- ü Saturadas. Cuando sólo contienen enlaces simples.



- ü Insaturadas. Cuando contienen enlaces dobles o triples.



R

El carbono es un elemento de número atómico 6, por lo tanto tiene 6 protones en su núcleo y 6 electrones girando en su alrededor; existen varios isótopos, aunque el más abundante tiene 6 neutrones.

N

Hibridación: interacción de orbitales atómicos dentro de un átomo para formar nuevos orbitales híbridos.

Autosaturación: Capacidad del átomo de Carbono para compartir sus electrones de valencia consigo mismo.



C

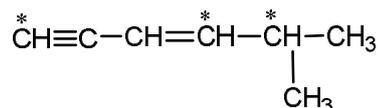
Se considera al Carbono como el elemento de la vida, por su presencia en la composición de todo ser vivo.

Resuelve los siguientes ítems:

01. Indicar ¿verdadero o falso?.
- () Tetravalencia es la propiedad del átomo de C de ceder sus 4 electrones externos.
- () Autosaturación es la propiedad del átomo de C de formar enlaces entre carbonos.
- () En las cadenas con enlaces triples los átomos de C comparten 3 pares de e⁻.
- () Hibridación es la mezcla de dos o más orbitales de un mismo nivel de energía, pero diferente subnivel, que originan nuevos orbitales de igual forma y energía.
- () En el carbono tetraédrico los enlaces forman ángulos de 109,5°
- A) VVFFV B) FFVVV C) VFVFFV
D) VVVVV E) FFFFF
02. El motivo para que los compuestos del carbono sean tan numerosos, se debe a que:
- A) El C es el elemento más abundante.
B) La tetravalencia del carbono.
C) La autosaturación del carbono.
D) La isomería.
E) Hay otras razones.
03. Entre carbono y carbono existe un enlace doble cuando se han formado:
- A) Dos enlaces pi y un sigma.
B) Un enlace pi y un sigma.
C) Cuatro enlaces pi y un sigma.
D) Dos enlaces pi y dos sigma.
E) Dos enlaces sigma y dos enlaces pi.
04. Es una propiedad del carbono que forma enlaces simples, dobles y triples.
- A) la Tetravalencia
B) la covalencia
C) la polaridad de enlace
D) la Autosaturación
E) el ángulo de enlace
05. En la siguiente estructura, indique respectivamente ¿cuántos enlaces sigma y pi existen?
- $$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$$
- A) 15,2 B) 19,4 C) 17,2 D) 16, 4 E) N.A
06. Indique la cantidad de enlaces pi y sigma en:
- $$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$$
- A) 6,4 B) 3,19 C) 17,3 D) 6,8 E) N.A
07. Se denomina..... a la combinación de dos o más orbitales puros, para formar nuevos orbitales, de diferente geometría y orientación.
- A) Covalencia
B) Tetravalencia
C) Autosaturación
D) Concatenación

E) Hibridación

08. En la siguiente estructura:



Indique el tipo de hibridación que presentan los átomos de carbono arriba señalados de izquierda a derecha.

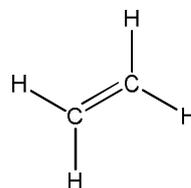
- A) sp³, sp², sp
B) sp, sp, sp³
C) sp³, sp, sp²
D) sp, sp³, sp²
E) sp, sp², sp³

09. ¿Cuántos electrones π existen en el benceno?



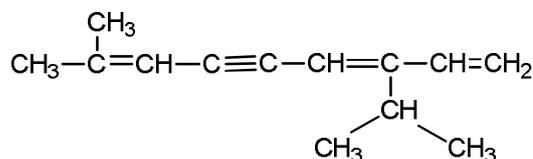
- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6

10. En la siguiente estructura, ¿Cuántos enlaces sigma y phi existen?



- A) 4 y 2 B) 1 y 4 C) 5 y 1 D) 6 y 1 E) 2 y 4

11. ¿Cuántos enlaces covalentes entre carbonos del tipo sp³ - sp³, hay en la siguiente estructura?



- A) 12 B) 17 C) 8 D) 4 E) 51

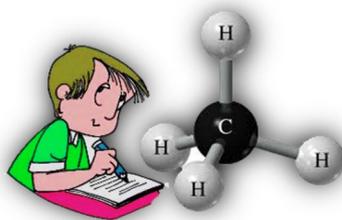
12. Respecto al siguiente compuesto:



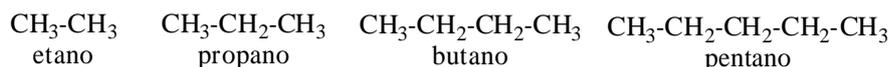
Se afirma que:

- A) Todos sus "C" presentan hibridación sp³
B) Presenta 12 enlaces C - C del tipo sp³-sp³
C) Su fórmula global es C₁₁H₁₈
D) Presenta resonancia
E) Presenta dos enlaces pi

Sesión 03: ALCANOS



Los alcanos o parafinas son hidrocarburos saturados que sólo presentan enlaces covalentes simples carbono - carbono. Los átomos de carbono presentes en un alcano son de hibridación sp^3 . Ejemplo:



En la serie homóloga⁴ mostrada podemos observar que en cada uno de estos alcanos el número de hidrógenos es dos más que el doble del número de átomos de carbono, por lo que podemos escribir una fórmula general para sus miembros, C_nH_{2n+2} , donde "n" es un número entero. Así, si un alcano tiene un átomo de carbono, debe tener cuatro átomos de hidrógeno; si tiene dos átomos de carbono, debe tener seis hidrógenos, etc.

La nomenclatura de los alcanos y de todos los demás compuestos orgánicos se basa en las recomendaciones de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). Sin embargo, aún se utiliza el sistema clásico o común, a saber:

Sistema Clásico o Común

- a. El nombre de un alcano está compuesto de dos partes, un prefijo que indica el número de carbonos de la cadena seguido del sufijo - "ano" que caracteriza este tipo de compuestos

[Prefijo] **ano**

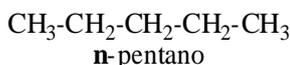
Los cuatro primeros alcanos lineales reciben nombres triviales, conservados por tradición: metano, etano, propano y butano. Del quinto en adelante se usa como prefijo la raíz del numeral griego que indica la cantidad de átomos de carbono.

Tabla 2. Prefijos griegos empleados en la nomenclatura de compuestos orgánicos.

| # C | Prefijo | # C | Prefijo | # C | Prefijo | # C | Prefijo | # C | Prefijo |
|-----|---------|-----|----------|-----|--------------|-----|--------------|-----|-------------|
| | | | | 20 | Icos* | 50 | Pentacont | 80 | Octacont |
| 1 | Met | 10 | Dec | 21 | Henicos | 51 | Henpentacont | 81 | Henoctacont |
| 2 | Et | 11 | Undec | 22 | Docos | 52 | Dopentacont | 82 | Doctacont |
| 3 | Prop | 12 | Dodec | 23 | Tricos | 53 | Triptacont | 83 | Trioctacont |
| 4 | But | 13 | Tridec | 30 | Triacont | 60 | Hexacont | 90 | Nonacont |
| 5 | Pent | 14 | Tetradec | 31 | Hentriacont | 61 | Henhexacont | 91 | Hennonacont |
| 6 | Hex | 15 | Pentadec | 32 | Dotriacont | 62 | Dohexacont | 92 | Dononacont |
| 7 | Hept | 16 | Hexadec | 33 | Tritriacont | 63 | Trihexacont | 93 | Trinonacont |
| 8 | Oct | 17 | Heptadec | 40 | Tetracont | 70 | Heptacont | 100 | Hect |
| 9 | Non | 18 | Octadec | 41 | Hentetracont | 71 | Henheptacont | 200 | Dihect |
| | | 19 | Nonadec | 42 | Dotetracont | 72 | Doheptacont | 300 | Trihect |
| | | | | 43 | Tritetracont | 73 | Triheptacont | 400 | Tetrahect |

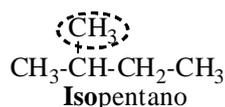
* Antes de la versión de 1979 de las reglas de la IUPAC, se escribía "eicos"

- b. Si todos los carbonos se encuentran en una cadena lineal, se usa la letra "n" delante del nombre, esta "n" significa que es un alcano normal.

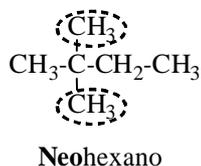


⁴ Una serie homóloga (de homós, "igual que" en griego) es una familia de compuestos en la que cada miembro difiere del anterior en un grupo metileno (-CH₂-). A los miembros de una serie homóloga se les denomina homólogos.

- c. El prefijo "iso" se usa cuando hay un grupo metil (-CH₃) en el segundo carbono de una cadena continua.



- d. El prefijo "neo" se usa cuando hay dos grupos metilo (-CH₃) en el segundo carbono de una cadena continua.

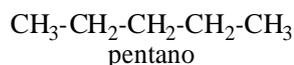


Sistema IUPAC

Para nombrar a los alcanos se sigue las reglas dadas por la IUPAC.

1. Para alcanos lineales se usa igual nombre que el sistema común sin poner la letra "n". Es decir se nombran indicando el número de átomos de carbono de la molécula por medio de prefijos seguido de la terminación "ano".

Ejemplo:

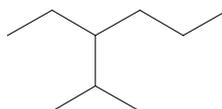


2. Para alcanos ramificados se sigue las siguientes reglas:
 - a) Elección de la cadena principal. Se elige como cadena principal la de mayor longitud. Si la molécula tiene dos o más cadenas de la misma longitud, la cadena principal será la más ramificada. Debes recordar que la cadena principal no siempre es lineal.
 - b) Numeración de la cadena principal. La numeración parte del extremo más cercano a un radical. Si por ambos extremos hay radicales a igual distancia, se tienen en cuenta el resto de radicales del alcano.
 - c) Formación del nombre. El nombre del alcano se escribe comenzando por el de los sustituyentes en orden alfabético, con los respectivos localizadores, y a continuación se añade el nombre de la cadena principal. Si una molécula contiene más de un sustituyente del mismo tipo, su nombre irá precedido de los prefijos di, tri, tetra, etc.



Los números se separan entre sí por comas y los números de las palabras por guiones, al final va el último sustituyente formando la palabra compuesta con el nombre de la cadena principal.

Ejemplo 1: Nombrar el compuesto representado por la siguiente fórmula estructural:



Solución:

Cadena principal: la de mayor longitud (6 carbonos), hexano.

Numeración: comienza por la izquierda (extremo más cercano al radical metilo).

Sustituyentes: un grupo etil en posición 3 y un grupo metil en posición 2.

Nombre: 3-etil-2-metilhexano

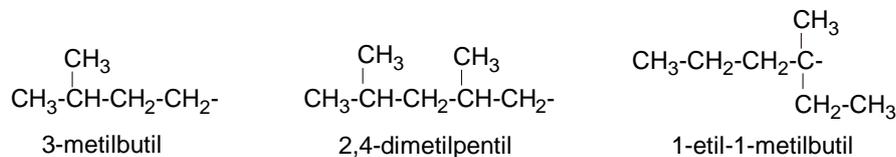
Radical Alquilo (R-)

Un grupo alquilo se forma por la remoción de un átomo de hidrógeno de un alcano. Para nombrar el grupo alquilo se sustituye la terminación 'ano' del alcano por 'ilo'. Así, CH₄ es Metano, y CH₃- es Metilo. Con frecuencia se usa el símbolo "R-" para representar cualquier grupo alquilo, entonces R-H es cualquier alcano. Ejemplo:

Tabla 3. Principales grupos alquilo

| Nombre (símbolo) | Representación | Nombre (símbolo) | Representación |
|--|----------------|---|----------------|
| metil (Me) -CH ₃ | | Sec-butil (s-Bu) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$ | |
| etil (Et) -CH ₂ -CH ₃ | | ter-butil (t-Bu) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | |
| propil (n-Pr) -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | | pentil (n-Am) -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | |
| isopropil (i-Pr) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ | | isopentil (i-Am) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ | |
| butil (n-Bu) -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | | | |
| isobutil (i-Bu) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ | | | |

Cuando los radicales son más complejos se procede a nombrar como indican en los siguientes ejemplos:



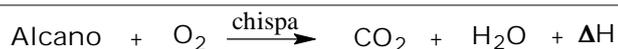
Propiedades físicas

El estado de agregación de los alcanos está relacionado con su peso molecular. Los cuatro primeros términos de la serie son gases (metano, etano, propano y butano normales); del término C₅H₁₂ (n-pentano) al C₁₇H₃₆ (n-heptadecano) son líquidos; del C₁₈H₃₈ (n-octadecano) en adelante, son sólidos. Los alcanos son insolubles en agua dada su casi nula polaridad. Sus densidades se sitúan entre 0,6 y 0,8 g/ml por lo que flotan en el agua. El punto de ebullición, en los alcanos se incrementa gradualmente conforme aumenta el número de carbonos. En alcanos con igual número de carbonos, pero de estructura distinta, el punto de ebullición disminuye a medida que aumentan las ramificaciones.

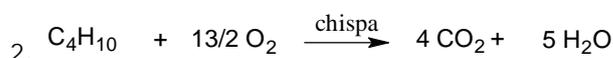
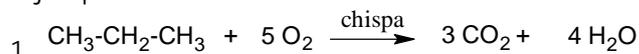
Propiedades químicas

Los alcanos son poco reactivos a condiciones ambientales, característica que dio origen al nombre de parafinas, derivado del latín Parum Affinis que significa poca afinidad; pero si se tratan a temperaturas y presiones altas reaccionan de diferentes maneras. Las principales reacciones que presentan son:

- a.** Combustión. Es una oxidación rápida que ocurre a elevadas temperaturas, en la cual los alcanos arden en el aire, con llama no muy luminosa, produciendo anhídrido carbónico, agua y abundante energía.



Ejemplo:

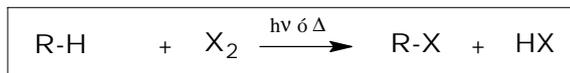


Nota: la energía liberada en la combustión de un alcano de "n" átomos puede calcularse aproximadamente mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta H = 52(3n + 1) \text{ (en Kcal)}$$

Por ejemplo, el calor de combustión del metano es de 213 kcal/mol.

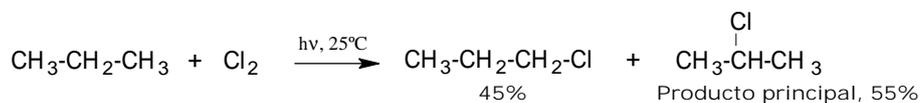
- b.** Halogenación. Esta reacción se da por sustitución de un átomo de hidrógeno por un átomo de halógeno (Cloro o Bromo). La reacción se produce en presencia de luz⁵ o bien a altas temperaturas (250°C-400°C).



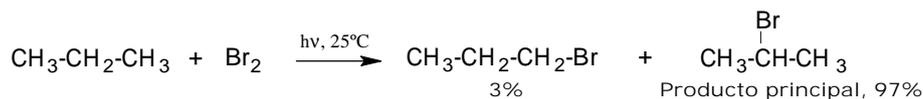
Reactividad de los halógenos: $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

Ejemplo:

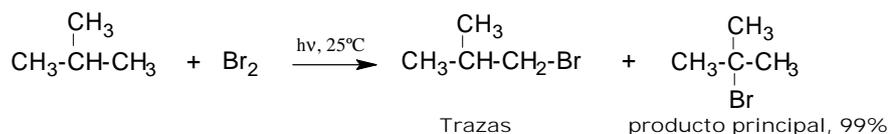
1.



2.

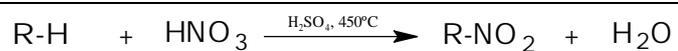


3.



- Velocidad de cloración (sustitución de hidrógeno por cloro):
Terciario > secundario > primario
5 > 4 > 1
- Velocidad de Bromación (sustitución de hidrógeno por Bromo): (>selectividad)
Terciario > secundario > primario
1600 > 80 > 1

- c.** Nitración. Los alcanos logran nitrarse al reaccionar con ácido nítrico concentrado, sustituyendo un hidrógeno por un grupo nitro (NO₂). Esta reacción se produce entre 450 a 470°C y en presencia de ácido sulfúrico.

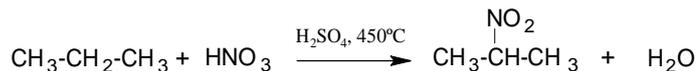


Ejemplo:

1.



2.



Obtención de alcanos

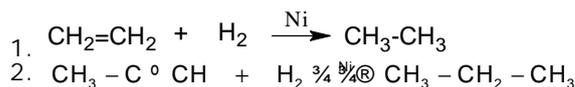
Se conocen numerosos métodos para obtener alcanos, pero sólo algunos de ellos, por su sencillez e importancia, han de ser considerados fundamentales, a saber:

A nivel de laboratorio

- a.** Hidrogenación catalítica de un hidrocarburo insaturado. Los alquenos y alquinos se pueden hidrogenar para convertirse en alcanos, en presencia de un *catalizador metálico* que puede ser Ni, Pt o Pd. Es tipo de reacción es exotérmica.

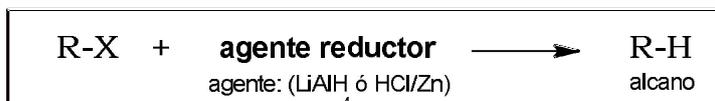
⁵ Las reacciones que se producen en presencia de luz se conocen como fotoquímicas.

Ejemplo:

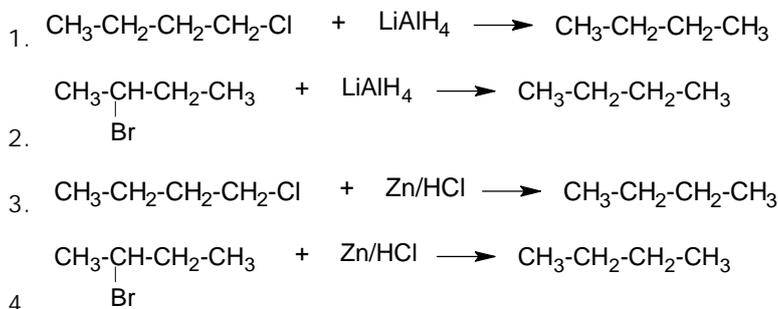


b. Reducción de Haluros de alquilo (R-X)

· *Reducción directa:*

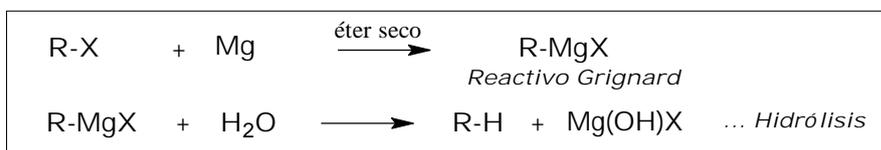


Ejemplo:

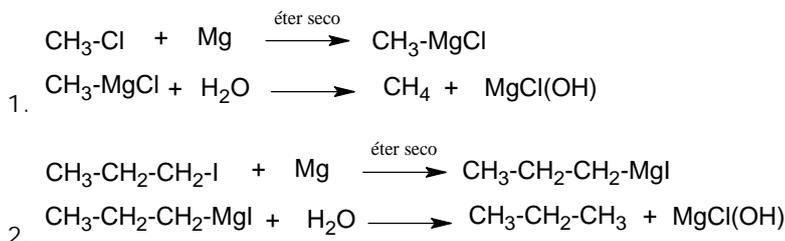


· *Reducción indirecta:*

Mediante el uso del REACTIVO GRIGNARD⁶ (R-MgX). Esta reacción se realiza en dos etapas:
1) Formación del Reactivo Grignard, y 2) Hidrólisis.



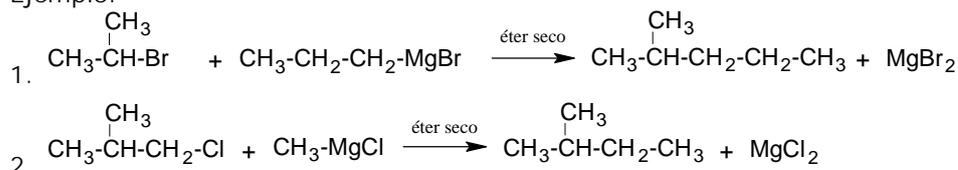
Ejemplo:



c. Por acoplamiento de Halogenuros de alquilo con reactivos de Grignard

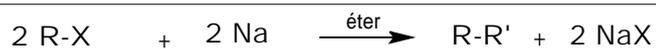


Ejemplo:



d. Síntesis de Würtz. Se utiliza para formar alcanos simétricos con un número doble de carbonos al haluro de partida. Se realiza combinando haluros de alquilo monohalogenados con sodio metálico, a 200°C.

⁶ Víctor Grignard fue un químico y profesor universitario francés galardonado con el Premio Nobel de Química del año 1912. Su descubrimiento más importante fue el de los compuestos organomagnesianos, llamados reactivos de Grignard.



Ejemplo:

1. $2 \text{ CH}_3\text{-Cl} + 2 \text{ Na} \longrightarrow \text{ CH}_3\text{-CH}_3$
2. $2 \text{ CH}_3\text{-CH}_2\text{-I} + 2 \text{ Na} \longrightarrow \text{ CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

A nivel industrial.

Muchos de los alcanos se pueden obtener a escala industrial en el proceso de *destilación fraccionada* del petróleo y del gas natural.

R

Los alcanos son compuestos formados exclusivamente por carbono e hidrógeno (hidrocarburos), que solo contienen enlaces simples carbono-carbono.

N

Combustión: reacción química de oxidación, en la cual generalmente se desprende una gran cantidad de energía en forma de calor y luz

Halogenación: Proceso químico mediante el cual se adiciona uno o varios átomos de halógenos.

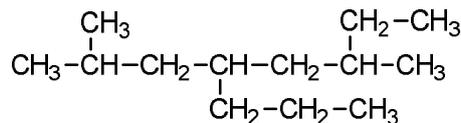


C

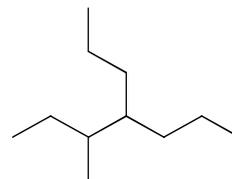
Dada su escasa reactividad los alcanos también se denominan parafinas.

1. Nombrar los siguientes compuestos:

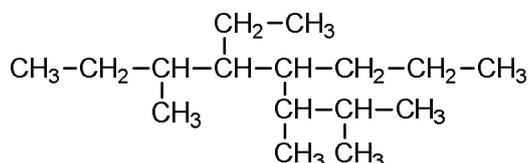
a)



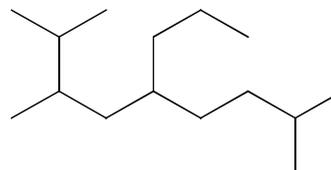
b)



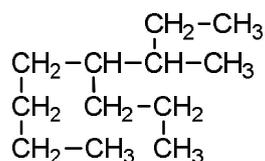
c)



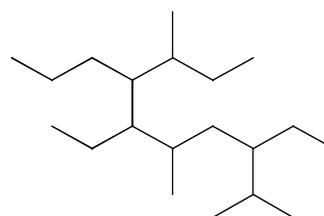
d)



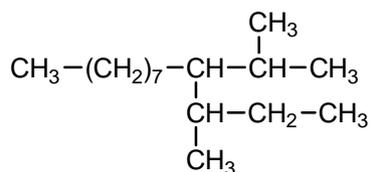
e)



f)



g)



h)



2. Dibuja las estructuras moleculares correspondientes a los compuestos orgánicos que te presentamos

a) 6-etil-2,3-dimetilnonano

b) 4-ter-butil-2,3-dimetiloctano

c) 5-isopropil-2-metiloctano

d) 4-(1-metiletil)octano

e) 2-bromo-3-clorobutano

f) 5-(2-metilpropil)decano

g) 5-sec-butil nonano

h) 4-(1,1-dimetiletil)octano

i) 4-tert-butil-3-metilheptano

j) 6-(1,2-dimetilpropil)-4-propildecano

k) 6-isopropil-2,3-dimetilnonano

l) 2,3-dimetil-5-(2-metilbutil)decano

3. Complete las siguientes reacciones, formulando y nombrando el producto principal

a) 2, 2, 4-trimetilpentano + O₂ à ???

b) 2,2,4-trimetilpentano + Br₂ à ???

c) Isobutano + Br₂ à ???

d) 1-Bromopropano + Mg à ???

e) Cloruro de isopropilo + Mg à ???

f) 2-bromo-2-metilbutano + Mg à ???

g) Cloruro de isobutilmagnesio + H₂O à ???

h) 1-cloro-2-metilpropano + bromuro de etil magnesio à ???

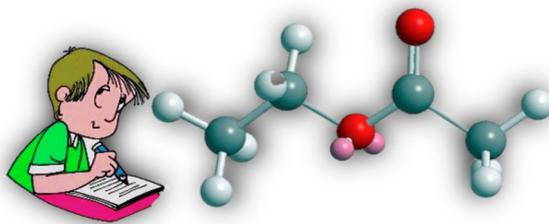
i) terc-butilbromo + Mg à ???

j) producto (i) + bromuro de etilo à ???

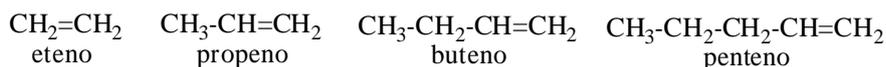
k) 2 Cloroetano + 2 Na à ???

l) 2 2-bromopropano + 2 Na à ???

Sesión 04: ALQUENOS



Llamados también *olefinas*. Son hidrocarburos que poseen uno o más enlaces covalentes dobles carbono-carbono. Puesto que los alquenos evidentemente tienen menos hidrógenos que los alcanos de igual número de carbonos se les conoce también como *hidrocarburos insaturados*. Ejemplo:

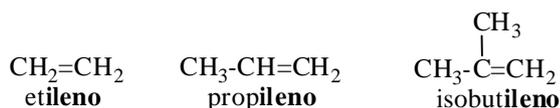


Si examinamos las fórmulas moleculares de los alquenos considerados hasta ahora, observamos una serie de compuestos cuyos miembros difieren del siguiente en un valor constante (CH_2). Por tanto, los alquenos al igual que los alcanos también forman otra *serie homóloga*. También apreciamos que en cada uno de estos alquenos el número de hidrógenos es el doble del número de átomos de carbono, por lo que podemos escribir una *fórmula general* para sus miembros, C_nH_{2n} ($n = 1, 2, 3, \text{etc.}$).

La nomenclatura de los alquenos, al igual que los alcanos, se basa en las recomendaciones de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). Sin embargo, aún se utiliza el sistema clásico o común, a saber:

Sistema Clásico o Común

Raras veces se usan nombres comunes, salvo para tres alquenos sencillos: etileno, propileno e isopropileno. La mayoría se designa por medio del sistema IUPAC. Ejemplo:

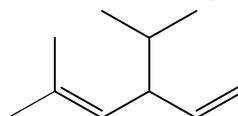
*Sistema IUPAC*

Para nombrar a los alquenos se sigue las reglas dadas por la IUPAC (*Unión Internacional de Química Pura y Aplicada*)

- Elección de la cadena principal. Se toma como cadena principal la más larga que contenga al enlace doble. En caso de tener varios enlaces dobles se toma como cadena principal la que contiene el mayor número de enlaces dobles, aunque no sea la más larga.
- Numeración de la cadena principal. La numeración parte del extremo más cercano al enlace doble. Si por ambos extremos hay enlaces dobles a igual distancia, se tienen en cuenta el resto de enlaces dobles o, en caso no existan más enlaces dobles, los radicales presentes.
- Formación del nombre. El nombre del alqueno se escribe comenzando por el de los sustituyentes en orden alfabético, con los respectivos localizadores, y a continuación se añade el nombre de la cadena principal. Si una molécula contiene más de un sustituyente del mismo tipo, su nombre irá precedido de los prefijos di, tri, tetra, etc.

Nota: En caso de existir dos dobles enlaces terminará en ADIENO, en caso que contenga tres enlaces dobles terminará en ATRIENO y así sucesivamente.

Ejemplo: Nombrar el compuesto representado por la siguiente fórmula estructural:

*Solución:*

Cadena principal: la de mayor longitud (6 carbonos y dos dobles enlaces en posición 1 y 4), 1,4-hexadieno o *hexa-1,4-dieno*

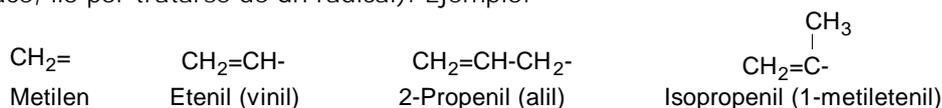
Numeración: Comienza por la derecha (extremo más cercano al doble enlace).

Sustituyentes: *isopropil* en posición 3 y *metil* en posición 5.

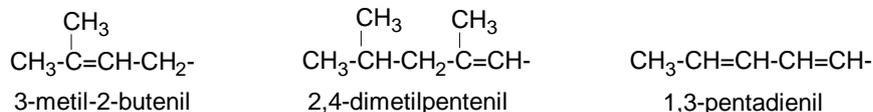
Nombre: 3-isopropil-5-metilhexa-1,4-dieno

Radical Enilos

Es un alqueno que ha perdido un hidrógeno, obteniéndose un radical llamado *enilo*, (en por el doble enlace, ilo por tratarse de un radical). Ejemplo:



Cuando los radicales son más complejos se procede a nombrar como indican en los siguientes ejemplos:



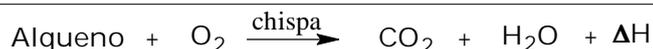
Propiedades físicas

El estado físico de los alquenos está relacionado con su peso molecular. A la temperatura y presión ordinarias los tres primeros alquenos normales son gases (C_2H_4 al C_4H_8); los trece siguientes son líquidos (C_5H_{10} al $\text{C}_{15}\text{H}_{30}$); y los términos superiores son sólidos. Los alquenos son incoloros, muy ligeramente solubles en agua y sin olor. El punto de ebullición, en los alquenos lineales, se incrementa gradualmente conforme aumenta el número de carbonos. En alquenos con igual número de carbonos, pero de estructura distinta, el punto de ebullición disminuye a medida que aumentan las ramificaciones.

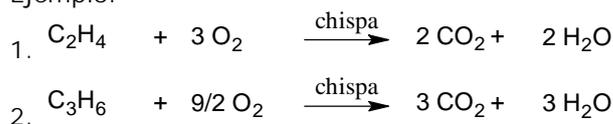
Propiedades químicas

La reactividad de los alquenos es muy grande lo que no ocurre con los alcanos. La reacción típica de estos compuestos es la adición electrofílica.

- a.** Combustión. Los alquenos, al igual que los alcanos, arden en el aire produciendo agua, anhídrido carbónico y abundante energía.

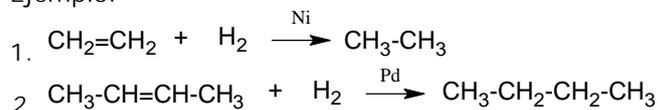


Ejemplo:

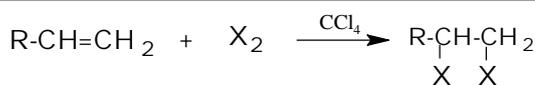


- b.** Adición de hidrógeno/Hidrogenación catalítica. Consiste en la adición de hidrógeno en presencia de un catalizador de Ni, Pd o Pt en el enlace doble de un alqueno para producir un alcano. La función del catalizador es romper el enlace H-H.

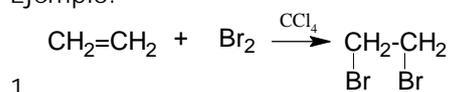
Ejemplo:

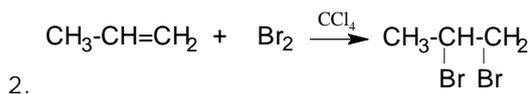


- c.** Adición de halógenos/Halogenación (Cl_2 , Br_2 , etc.). La reacción de los halógenos con los alquenos se realiza en un medio inerte (CCl_4). Los átomos del halógeno se adicionan en cada átomo que contiene el doble enlace, previo rompimiento de éste, originando la formación de un dihalogenuro vecinal. La reacción se produce a temperatura ambiental y no necesita la exposición a la luz.

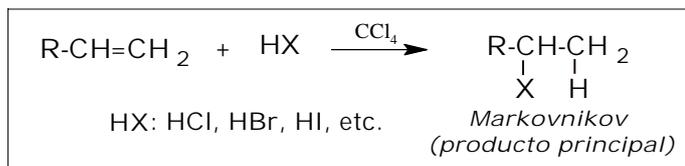


Ejemplo:





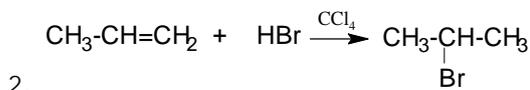
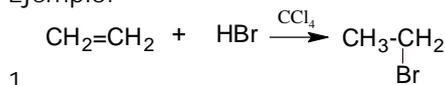
d. Adición de halogenuros de hidrógeno (HBr, HCl, HI) - *Regla de Markovnikov*



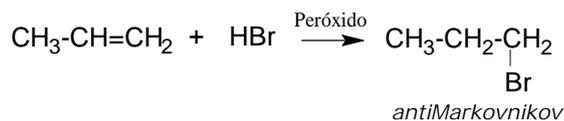
Nota: Hacia el año 1869 Vladimir Vasilevich Markovnikov en base a observaciones enunció una regla que hoy lleva su nombre. Esta regla nos dice que cuando un haluro de hidrógeno (HX) se adiciona a un alqueno asimétrico, la adición ocurre de tal manera que el hidrógeno del HX se une al átomo del carbono del doble enlace del alqueno que lleva mayor número de átomos de hidrógeno y el halógeno al carbono que tenga el menor número de átomos de hidrógeno.



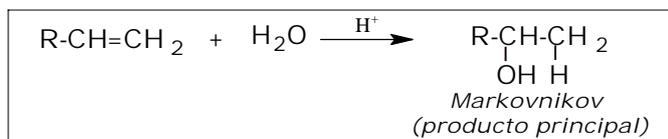
Ejemplo:



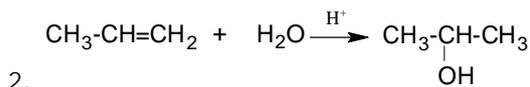
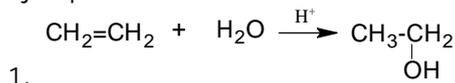
Efecto peróxido. En 1933, M. S. Kharasch y F. W. Mayo mostraron que se formaban productos antimarkovnikov cuando se añadía HBr (pero no HCl o HI) en presencia de peróxidos.



e. Adición de agua/Hidratación. El agua se adiciona a los alquenos en presencia de ácidos (H⁺) para dar alcoholes. Esta adición también sigue la regla Markovnikov.

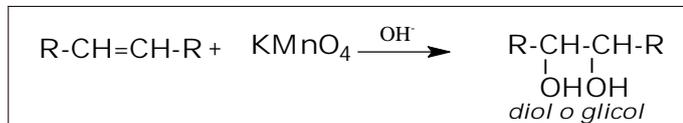


Ejemplo:

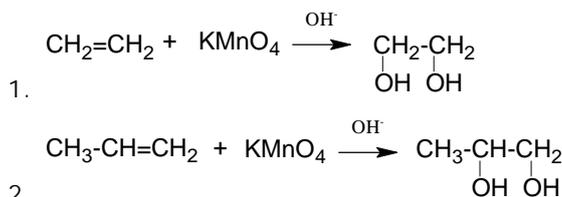


f. Oxidación

a. Con solución diluida de KMnO₄ fría y medio básico(OH⁻)



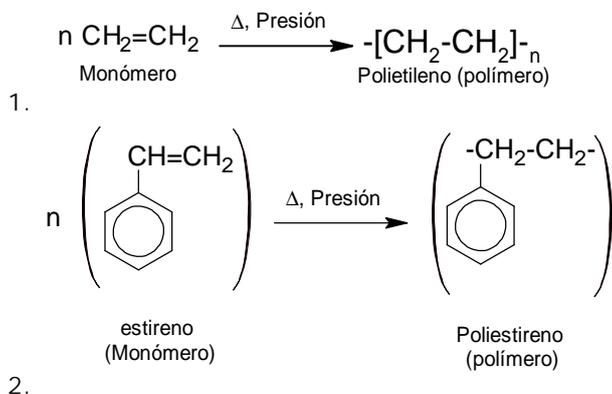
Ejemplo:



b. Con solución concentrada de KMnO_4 caliente y en medio ácido (H^+). Se rompe el doble enlace carbono-carbono y se forman mezclas de cetonas y ácidos carboxílicos.

g. Polimerización. Bajo condiciones apropiadas un alqueno logra reaccionar con otras moléculas similares formando polímeros.

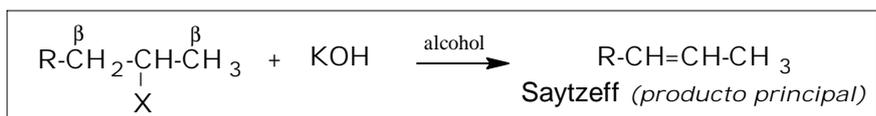
Ejemplo:



Obtención de alquenos

A nivel de laboratorio

a. Por deshidrohalogenación de haluros alquílicos

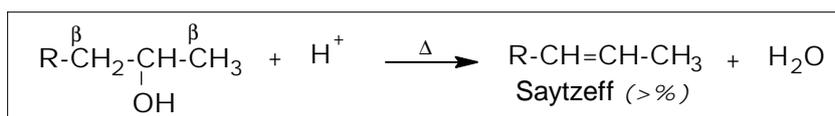


Nota: Alejandro M. Saytzeff, un químico ruso del siglo XVIII, enunció una regla para predecir el alqueno principal en una eliminación. Él señaló que el átomo de hidrógeno saliente pertenece al carbono con menor cantidad de hidrógenos. Esto se conoce como la regla de Zaitsev.

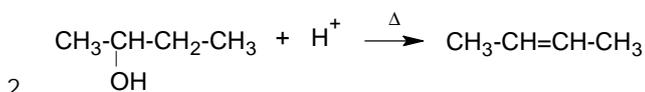
Ejemplo:



b. Deshidratación de alcoholes. Consiste en la eliminación de una molécula de agua. La deshidratación requiere de la presencia de un ácido y calor.

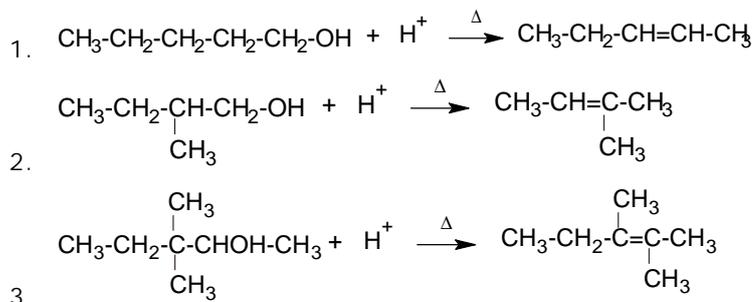


Ejemplo:

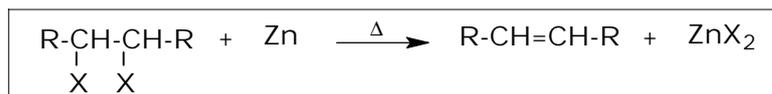


Transposición: La deshidratación muy a menudo no encaja en el mecanismo que hemos desarrollado. La razón de esto es la presencia del fenómeno de transposición. La transposición consiste en que un átomo de hidrógeno o grupo alquilo migra con un par de electrones al carbono positivo desde uno adyacente.

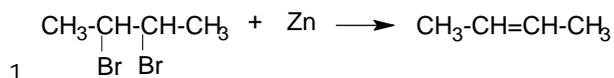
Ejemplo:



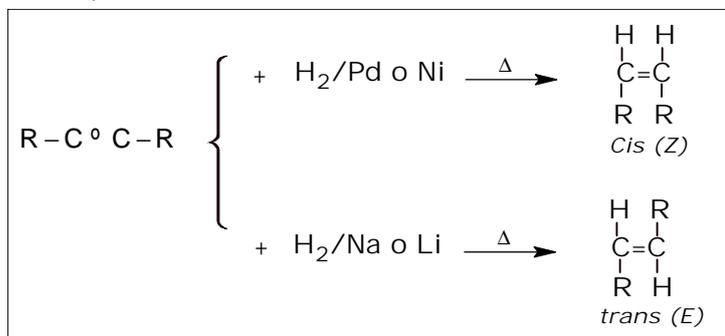
c. Deshalogenación de dihalogenuros vecinales. Se elimina dos halógenos vecinos o adyacentes por acción de un metal activo que puede ser Zinc o Magnesio, formándose un doble enlace.



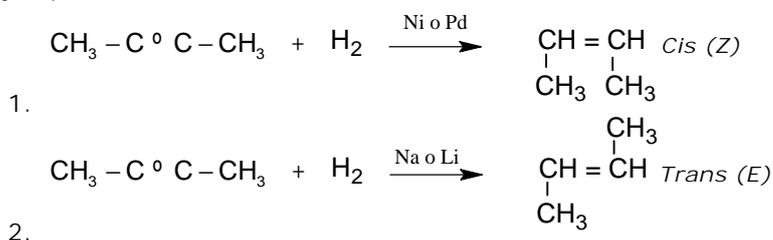
Ejemplo:



d. Hidrogenación de alquinos



Ejemplo:



A nivel industrial. Muchos de los alquenos se pueden obtener a escala industrial en el proceso de *destilación fraccionada* del petróleo y del gas natural.

R

Los alquenos son hidrocarburos insaturados que tienen uno o varios dobles enlaces carbono-carbono en su molécula.

N



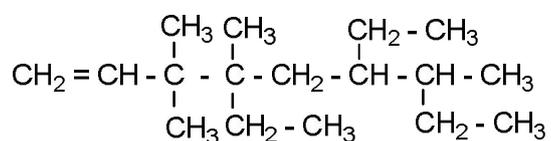
Insaturado: se aplica al compuesto químico orgánico que tiene los enlaces de tipo doble o triple.

C

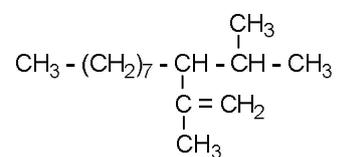
Los alquenos se obtienen mediante reacciones de eliminación a partir de haloalcanos y mediante deshidratación de alcoholes.

4. Nombrar los siguientes compuestos:

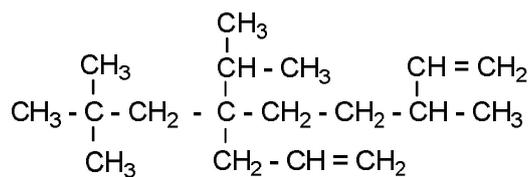
a)



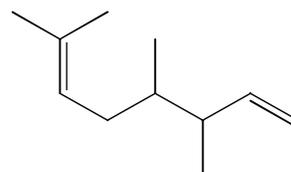
b)



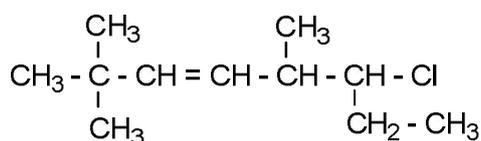
c)



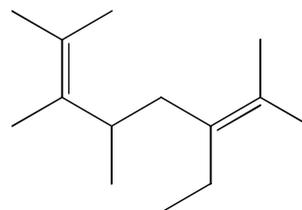
d)



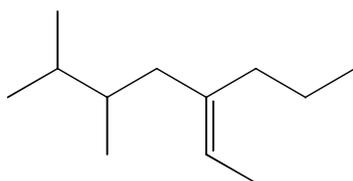
e)



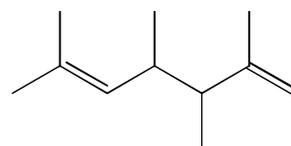
f)



g)



h)



5. Dibuja las estructuras moleculares correspondientes a los compuestos orgánicos que te presentamos

a) 5-metil-3-hepteno

b) 5-etil-2,6-dimetil-2,3,4 octatrieno

c) 6-bromo-2,3-dimetil-2-hexeno

d) Cis-2-buteno

e) 3-etil-6-metil-2-hepteno

f) trans-2-buteno

g) 6-etil-4-isobutil-6-metil-3-octeno

h) 1-cloro-2-metil-2-buteno

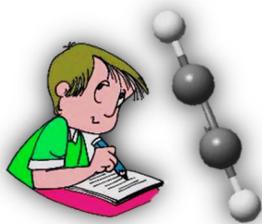
i) 1,3 pentadieno

j) 2,5-dimetil-2-hexeno

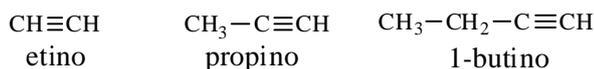
6. Complete las siguientes reacciones, formulando y nombrando el producto principal

a) 2-metil-2-buteno + $\text{O}_2 \xrightarrow{\text{peróxido}}$???b) 2,4,4-trimetil-2-penteno + $\text{HCl}/\text{CCl}_4 \rightarrow$???c) 2-metil-2-buteno + $\text{Br}_2/\text{CCl}_4 \rightarrow$???d) 1-Bromopropeno + $\text{Mg} \rightarrow$???e) 1-buteno + $\text{HBr}/\text{CCl}_4 \rightarrow$???f) Cloruro de vinilo + $\text{Mg} \rightarrow$???g) 2-buteno + $\text{HI}/\text{CCl}_4 \rightarrow$???h) 2-metil-2-buteno + $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+ \rightarrow$???i) isobuteno + $\text{HBr} \xrightarrow{\text{peróxido}}$???j) $\text{CH}_3 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}} - \text{CH}_2 - \text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+/\Delta} \text{???}$

Sesión 05: ALQUINOS



También se les denomina acetilénicos, son hidrocarburos insaturados que se caracterizan porque en su estructura existe por lo menos un enlace covalente triple carbono-carbono. En este tipo de compuestos orgánicos observamos la presencia de los híbridos sp. Ejemplo:

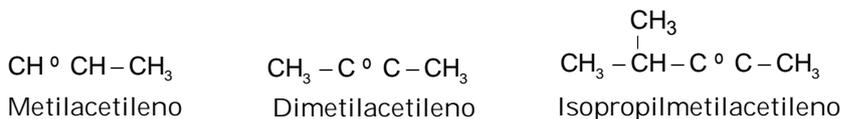


Al igual que los alcanos y los alquenos, los alquinos forman una serie homóloga, también con un incremento de $-\text{CH}_2-$. Su *fórmula general* para sus miembros es $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ($n = 1, 2, 3, \text{etc.}$).

La nomenclatura de los alquenos, al igual que los alcanos, se basa en las recomendaciones de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). Sin embargo, aún se utiliza el sistema clásico o común, a saber:

Sistema Clásico o Común

El miembro más sencillo de la familia de los alquenos es el acetileno, CH°CH . Por esta razón una forma de nombrarlos es como derivados del acetileno, por reemplazo de uno o ambos átomos de hidrógeno por grupos alquilo.

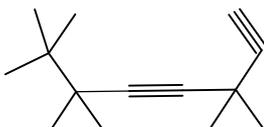
*Sistema IUPAC*

Para nombrar a los alquenos se sigue las reglas dadas por la IUPAC (*Unión Internacional de Química Pura y Aplicada*)

- d) Elección de la cadena principal. Se toma como cadena principal la más larga que contenga al enlace triple. En caso de tener varios enlaces triples se toma como cadena principal la que contiene el mayor número de enlaces triples, aunque no sea la más larga.
- e) Numeración de la cadena principal. La numeración parte del extremo más cercano al enlace triple. Si por ambos extremos hay enlaces triples a igual distancia, se tienen en cuenta el resto de enlaces triples o, en caso no existan más enlaces triples, los radicales presentes.
- f) Formación del nombre. El nombre del alqueno se escribe comenzando por el de los sustituyentes en orden alfabético, con los respectivos localizadores, y a continuación se añade el nombre de la cadena principal. Si una molécula contiene más de un sustituyente del mismo tipo, su nombre irá precedido de los prefijos di, tri, tetra, etc.

Nota: En caso de existir dos dobles enlaces terminará en ADIINO, en caso que contenga tres enlaces dobles terminará en ATRIINO y así sucesivamente.

Ejemplo: Nombrar el compuesto representado por la siguiente fórmula estructural:

*Solución:*

Cadena principal: la de mayor longitud (8 carbonos y dos enlaces triples en posición 1 y 4), 1,4-hexadiino o hexa-1,4-diino

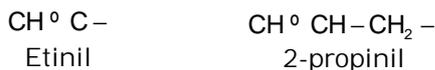
Numeración: Comienza por la derecha (extremo más cercano al enlace triple).

Sustituyentes: tres grupos *metil* en posición 3, 3, 6, 6, 7, 7.

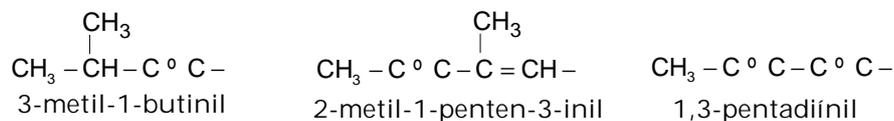
Nombre: 3, 3, 6, 6, 7, 7-hexametilocta-1,4-diino

Radical Inilos

Es un alquino que ha perdido un hidrógeno, obteniéndose un radical llamado *inilo*, (in por el triple enlace, ilo por tratarse de un radical). Ejemplo:



Cuando los radicales son más complejos se procede a nombrar como indican en los siguientes ejemplos:



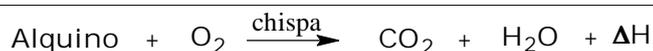
Propiedades físicas

Las propiedades físicas de los alquinos son esencialmente las mismas de las de los alcanos y los alquenos. Son insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos usuales de baja polaridad. Son menos densos que el agua y sus puntos de ebullición muestran el aumento usual con el aumento del número de carbonos, y el efecto corriente de la ramificación de las cadenas.

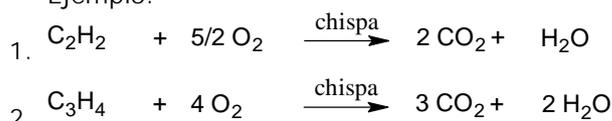
Propiedades químicas

La presencia del triple enlace en los alquinos da origen a un enlace sigma (σ) firme y dos débiles enlaces pi (π), en consecuencia, es de esperar que la reacción implique la ruptura de estos enlaces débiles formándose en su lugar cuatro enlaces sigma.

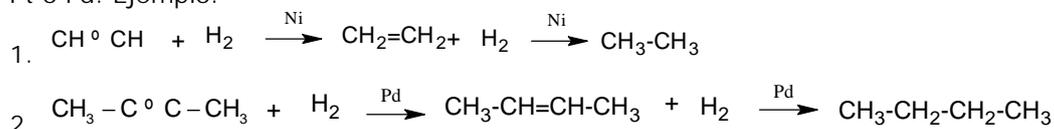
- a.** Combustión. Los alquinos son buenos combustibles. Al contacto con la llama y el oxígeno del aire se incendian desprendiendo CO_2 y H_2O , además de abundante calor.



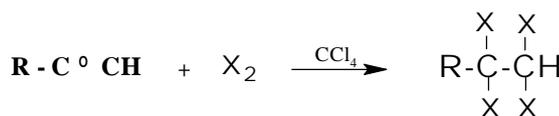
Ejemplo:



- b.** Adición de Hidrógeno/Hidrogenación catalítica. Los alquinos se pueden hidrogenar para convertirse en alquenos o alcanos, en presencia de un *catalizador* metálico que puede ser Ni, Pt o Pd. Ejemplo:

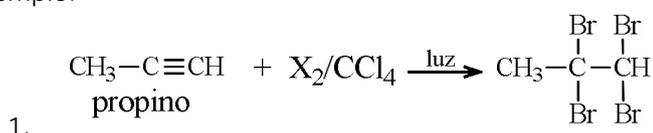


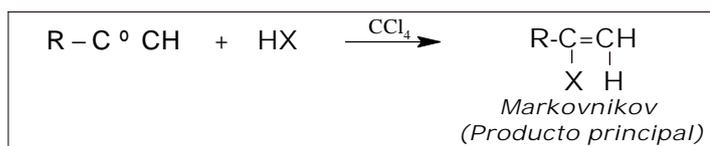
- c.** Adición de Halógenos/Halogenación (Cl_2 , Br_2 , etc.). Los alquinos reaccionan principalmente con halógenos, principalmente cloro y bromo. La reacción es similar a la de los alquenos.



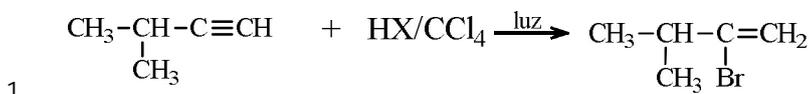
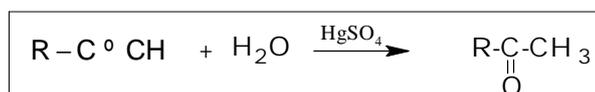
Nota: El tetracloruro de carbono, CCl_4 sólo actúa como disolvente, pues no reacciona, por ser inerte.

Ejemplo:

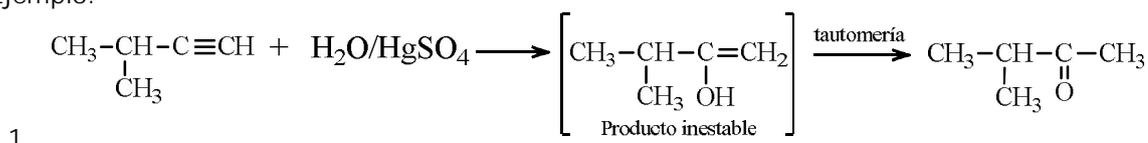


d. Adición de halogenuros de hidrógeno (HBr, HCl, HI)

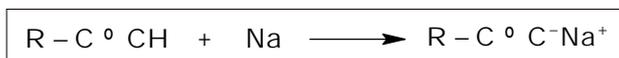
Ejemplo:

**e. Adición de agua**

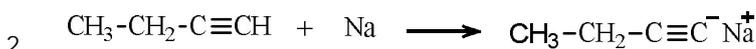
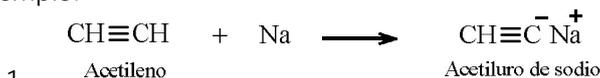
Ejemplo:



Nota: Este tipo de reacción cumple la regla de Markovnikov.

f. Sustitución del Hidrógeno de los 1-alquinos

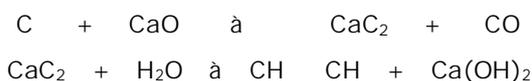
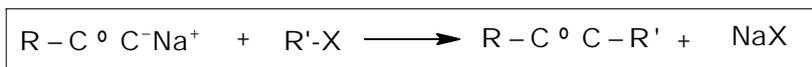
Ejemplo:



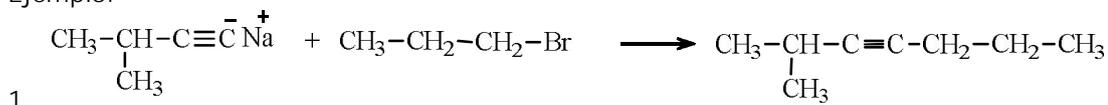
Preparación de alquinos:

A nivel de laboratorio

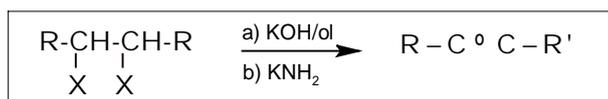
a. Preparación de acetileno: El acetileno se obtiene calentando cal y coque en un horno eléctrico a 2500°C para obtener carburo de calcio y monóxido de carbono. La adición de agua al carburo de calcio da lugar a la formación de acetileno e hidróxido de calcio. Las reacciones son:

**b. Acoplamiento de halogenuros de alquilo con acetiluros**

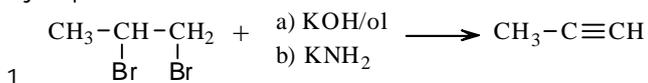
Ejemplo:



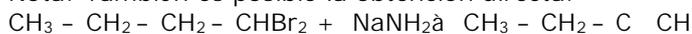
c. Deshalogenación de dihaluros vecinales



Ejemplo:



Nota: También es posible la obtención directa:



A nivel industrial. Muchos de los alquinos se pueden obtener a escala industrial en el proceso de *destilación fraccionada* del petróleo y del gas natural.

R

Los alquinos son hidrocarburos alifáticos con al menos un triple enlace -C≡C- entre dos átomos de carbono.

N

Alifático: se emplea en el terreno de la química para calificar a aquellos compuestos orgánicos que disponen de una cadena abierta como estructura de sus moléculas.

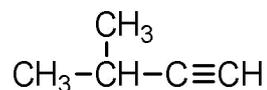


C

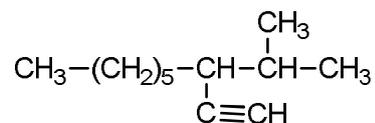
El triple enlace está compuesto por dos enlaces perpendiculares entre sí, formados por orbitales p no hibridados y un enlace sigma formado por híbridos sp.

1. Dar nombre IUPAC a los siguientes compuestos:

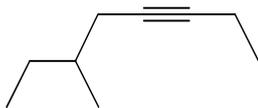
a)



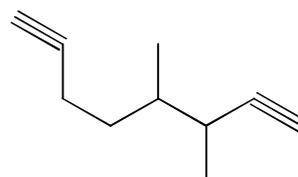
b)



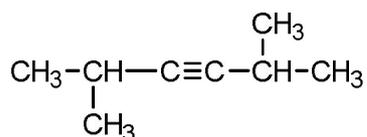
c)



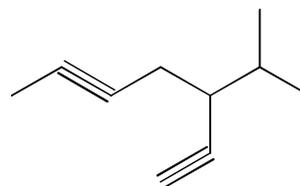
d)



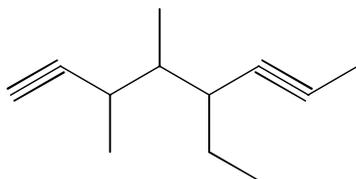
e)



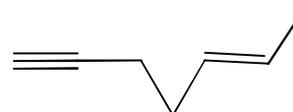
f)



g)



h)



2. Dibuja las estructuras moleculares correspondientes a los compuestos orgánicos que te presentamos.

a) Acetileno

b) 1-cloro-2-butino

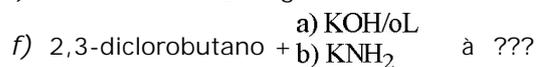
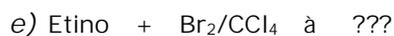
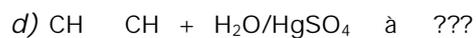
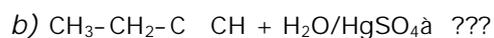
c) 6-etil-5-isobutil-7-metil-3-octino

d) 3-cloro-3-metil-1-butino

e) 4-octino

f) 3,3-dimetil-1-butino

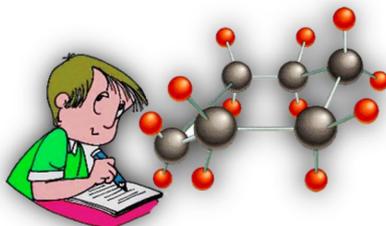
3. Complete las reacciones, formulando y nombrando el producto principal.



Unidad Didáctica II

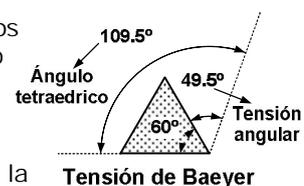
"CONSOLIDAMOS NUESTRA IDENTIDAD NACIONAL, REGIONAL Y LOCAL REALIZANDO ACCIONES DE REFLEXIÓN SOBRE EL BICENTENARIO DEL NORTE DEL PERÚ"

Sesión 06: CICLOALIFÁTICOS



Son hidrocarburos alifáticos de cadena cerrada. No se considera a aquellos compuestos que poseen anillo bencénico. Según tengan enlace simple, doble o triple se clasifican en: cicloalcanos, cicloalquenos y cicloalquinos, respectivamente. Además, puede presentar dos o más ciclos, en este caso se denominan policíclicos.

Tensión anular. En la naturaleza son muy abundantes los compuestos cíclicos de cinco y seis eslabones. Sin embargo, los ciclos de tres y cuatro miembros aparecen muy rara vez. Este hecho sugiere la mayor estabilidad de los ciclos de cinco o seis miembros con respecto a los de tres o cuatro.

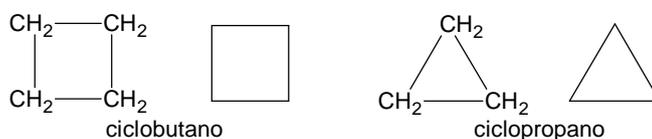


En el año 1885, el químico alemán Adolf von Baeyer propuso que la inestabilidad de los ciclos pequeños era debida a la tensión de los ángulos de enlace.

Los carbonos sp^3 tienen unos ángulos de enlace naturales de $109,5^\circ$, en el ciclopropano estos ángulos son de 60° , lo que supone una desviación de $49,5^\circ$. Esta desviación se traduce en tensión, que provoca inestabilidad en la molécula.

Cicloalcanos. Se les denominan también cicloparafinas. Son hidrocarburos saturados que se caracterizan porque en su molécula, los átomos de carbono sólo se unen entre sí por medio de enlaces covalentes simples formando un anillo. Por comodidad se recomienda usar figuras geométricas para su representación; un triángulo para el ciclo de tres C (ciclopropano), un cuadrado para el de cuatro C (ciclobutano), un pentágono para el de cinco C (ciclopentano), un hexágono para el de seis C (ciclohexano), un heptágono para el de siete C (cicloheptano), etc., asumiendo que cada vértice corresponde a un carbono.

Ejemplo:



Fórmula general:



Donde: n = número de carbonos del compuesto

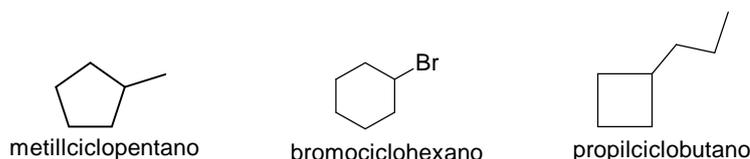
Nomenclatura: Para nombrar a los cicloalcanos se emplea la siguiente nomenclatura:

Sistema IUPAC: Para nombrar a los cicloalcanos se sigue las reglas dadas por la IUPAC (*Unión Internacional de Química Pura y Aplicada*).

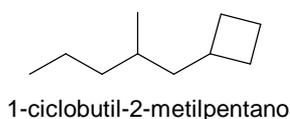
- a) Se nombra igual que los alcanos que tienen el mismo número de átomos de carbono; pero anteponiéndole el prefijo CICLO al compuesto.



- b) **Monosustituídos.** Cuando el *compuesto cíclico tiene un solo sustituyente* no se debe numerar. Ejemplo:



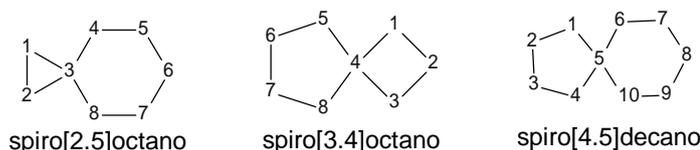
Nota: En caso que el sustituyente tenga más carbonos que el ciclo, el compuesto es nombrado como un alcano ramificado con el ciclo como grupo sustituyente. Ejemplo:



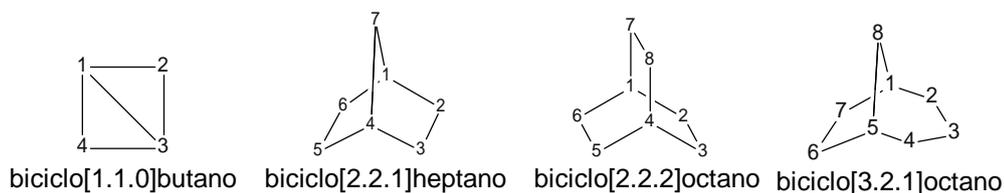
c) *Disustituídos o polisustituídos*. Para compuestos cíclicos con dos o más sustituyentes se debe numerar, para lo cual se escoge los números más bajos posibles. Los sustituyentes se ordenan en orden alfabético. Ejemplo:



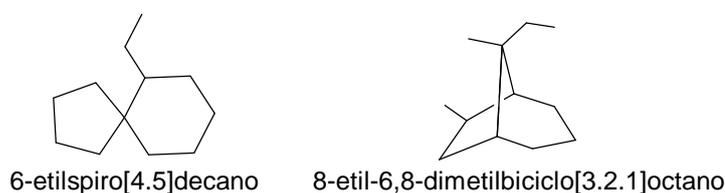
d) *Policíclicos*. Los hidrocarburos bicílicos contienen dos ciclos formado solamente por átomos de carbono unidos por uno o dos átomos de carbono en común. Los bicílicos "spiro" se nombran colocando el prefijo "spiro" seguido por la cantidad de átomos de carbono de la cadena unido al átomo spiro. Estos números son escritos en orden ascendente dentro de corchetes y separados por puntos. Finalmente, se nombra la cadena principal del hidrocarburo. La numeración de los spiros se empieza por el átomo de carbono del ciclo más pequeño más próximo al átomo spiro.



Los bicílicos con dos átomos de carbono en común se nombran colocando el prefijo "biciclo" seguido por la cantidad de átomos de carbono a cada lado de los puentes formado por los átomos en común. Estos números son escritos en orden descendente dentro de corchetes y separados por puntos. Finalmente, se nombra la cadena principal del hidrocarburo. La numeración de estos compuestos empieza por uno de los átomos de carbono en común del biciclo. Ejemplo:



Cuando hay sustituciones en los bicílicos, se enumera los carbonos de la estructura y se nombra de la siguiente manera; primero se escribe los sustituyentes de acuerdo con el número de carbono que le corresponda y se continúa nombrando con las reglas anteriores.



Radical cicloalquil.

Es un cicloalcano que ha perdido un hidrógeno, obteniéndose un radical llamado *cicloalquilico* o *cicloalquilo*. Para nombrar a los radicales alquilo, se cambia la terminación *ano* del cicloalcano correspondiente por *ilo* o *il*". Ejemplo:

| Alcano | Fórmula | Radical Alquilo | Nombre |
|--------------|---|---|-------------|
| Ciclopropano |  |  | Ciclopropil |
| Ciclobutano |  |  | Ciclobutil |
| Ciclopentano |  |  | Ciclopentil |
| Ciclohexano |  |  | Ciclohexil |

Propiedades físicas

- P Presentan mayores puntos ebullición que los correspondientes alcanos de igual número de carbonos (superior en 10°C).
- P Presentan mayores puntos fusión que los correspondientes alcanos de igual número de carbonos (superior en 40°C).
- P Los cicloalcanos de pequeño tamaño (ciclopropano, ciclobutano) presentan una tensión importante debida a los ángulos de enlace y a los eclipsamientos. Los cicloalcanos de mayor tamaño como ciclopentano y ciclohexano están casi libres de tensión.

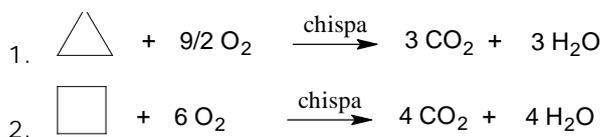
Propiedades químicas

Los cicloalcanos reaccionan químicamente en forma semejante a los hidrocarburos correspondientes de cadena abierta, especialmente los ciclos de cinco a más carbonos.

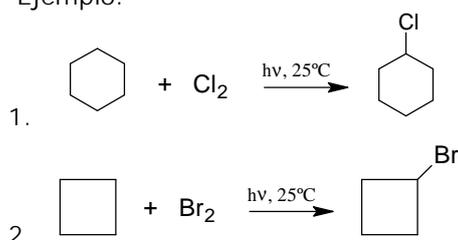
- a.** Combustión. Los cicloalcanos son también buenos combustibles al contacto con la llama, se incendian en oxígeno del aire y desprenden anhídrido carbónico (CO₂) y agua (H₂O), además de abundante calor.



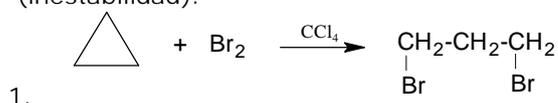
Ejemplo:

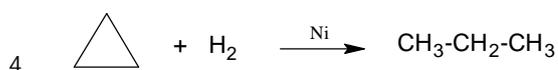
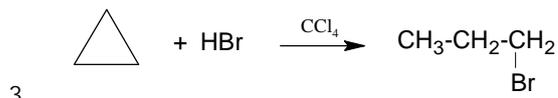
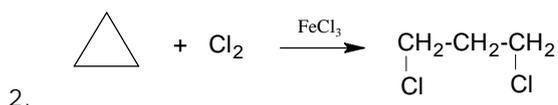


- b.** Halogenación. Los cicloalcanos reaccionan principalmente con halógenos, principalmente cloro y bromo (mayor selectividad); la reacción es fotoquímica, es decir necesita presencia de luz, puede realizarse en la oscuridad pero a altas temperaturas (de 250°C o mayor). Ejemplo:



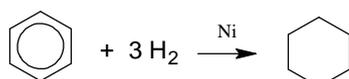
- c.** Ruptura del anillo de los cicloalcanos. Se produce con mayor frecuencia en el ciclopropano, a veces en el ciclobutano, por las fuertes tensiones que presentan sus enlaces (inestabilidad).



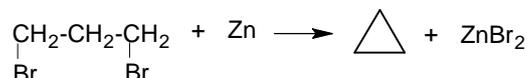


Obtención de cicloalcanos

- a. Por hidrogenación de los compuestos aromáticos. Los aromáticos se pueden hidrogenar para convertirse en alcanos, en presencia de un *catalizador* metálico (Ni, Pt o Pd) a altas presiones y altas temperaturas. Ejemplo:

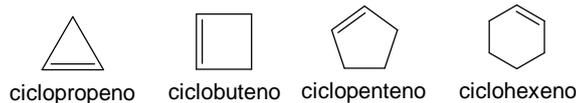


- b. Ciclación de derivados de alcanos dihalogenados. Cuando algunos derivados dihalogenados de alcanos se trata con Zn o Na por eliminación de los sustituyentes, se forma un nuevo enlace C-C ciclándose la molécula. Ejemplo:

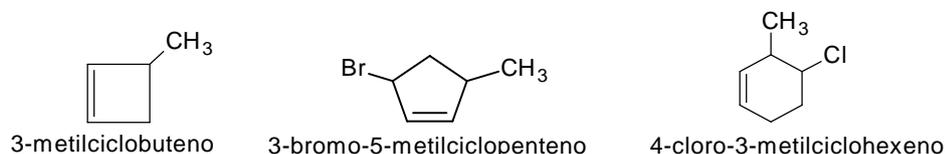


Cicloalquenos. Son hidrocarburos alicíclicos, donde existe enlace doble entre átomos de carbono. Para nombrar a los cicloalquenos se sigue las reglas dadas por la IUPAC (*Unión Internacional de Química Pura y Aplicada*).

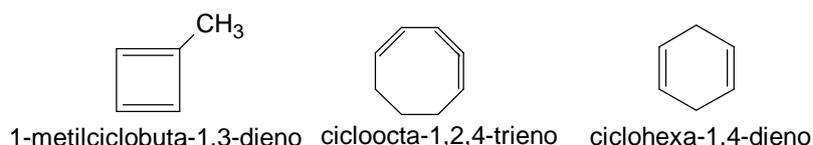
- a) Se nombran en forma similar que los alquenos de igual número de carbonos, pero anteponiéndole el prefijo CICLO al compuesto. Ejemplo:



- b) *Mono, di y polisustituídos*. Cuando se tiene uno o más sustituyentes se debe numerar, para lo cual se escoge los números más bajos posibles teniendo en cuenta que las posiciones 1 y 2 debe ser para el doble enlace. Ejemplo:



- c) Cuando se tiene varios enlaces dobles, se busca el sentido de numeración, tal que los carbonos con dobles enlaces tengan los números más bajos, usando la terminación: adieno, atrueno, etc. Ejemplo:



Cicloalquinos. Son hidrocarburos alicíclicos donde existe enlace triple entre los átomos de carbono. Para nombrar a estos compuestos se sigue las reglas dadas por la IUPAC (*Unión Internacional de Química Pura y Aplicada*).

- a) Se nombran en forma similar que los alquinos de igual número de carbonos, pero anteponiéndole el prefijo CICLO al compuesto. Ejemplo:



ciclopropino



ciclobutino



ciclopentino

- b) Cuando hay varios enlaces triples, se busca el sentido de numeración, tal que los carbonos con triple enlace tengan los números más bajos, usando la terminación: adiino, atriino, etc.

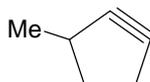


ciclohexa-1,4-diino

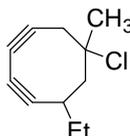


ciclobuta-1,3-diino

- c) Si hay sustituyentes, se escoge la numeración donde los números más bajos correspondan a los carbonos de triple enlace. Ejemplo:



3-metilciclopentino



7-cloro-5-etil-7-metilcicloocta-1,3-diino

A nivel industrial. La principal fuente de los cicloalifáticos, en especial del ciclopropano y del ciclohexano es el petróleo; los cicloalifáticos se extraen de la *fracción de nafta* obtenida en el proceso de *destilación fraccionada* del petróleo, razón por la cual también se les llama *naftenos*. Usos. Entre los cicloalcanos más utilizados se encuentran el ciclohexano y el ciclopentano, que se usan como combustibles por tener un número de octano muy alto, en tanto que ciclopropano se utiliza en farmacia como antiséptico y en el laboratorio para obtener otros compuestos orgánicos importantes.

R

Los **Cicloalifáticos** son aquellos hidrocarburos que contienen cadena cíclica o cerrada.

N



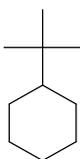
Los **hidrocarburos** alifáticos: son compuestos orgánicos constituidos por carbono e hidrógeno cuyo carácter no es aromático.

C

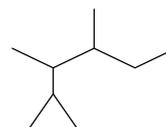
Los cicloalcanos de pequeño tamaño (ciclopropano, ciclobutano) presentan una tensión importante debida a los ángulos de enlace y a los eclipsamientos.

1. Dar Nombre IUPAC a los siguientes compuestos:

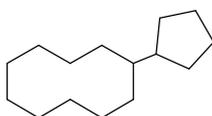
a)



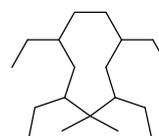
b)



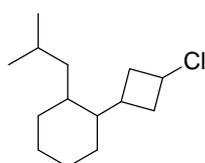
c)



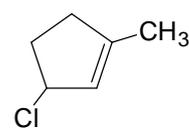
d)



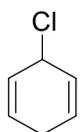
e)



f)



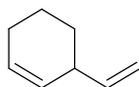
g)



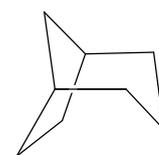
h)



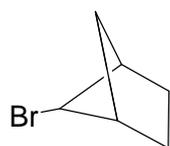
i)



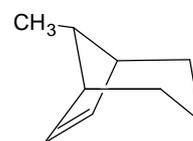
j)



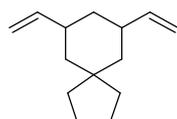
k)



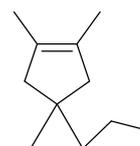
l)



m)



n)



2. Dibuja las estructuras moleculares correspondientes a los compuestos orgánicos que te presentamos.

a) metilciclopentano

b) ciclopropilciclohexano

c) 1,3-diclorociclobutano

d) 4-cloro-1,1-dimetilcicloheptano

e) 1-bromo-2-metilciclopentano

f) biciclo(2,2,2)octano

g) biciclo(2,2,1)pentano

h) 1,3,7,7-tetrametilbiciclo(2,2,1)heptano

i) 1-clorobiciclo(2,2,2)octano

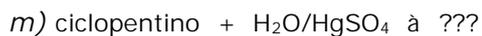
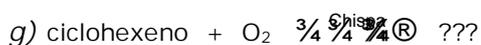
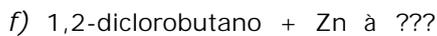
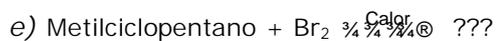
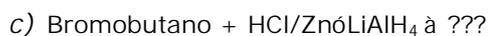
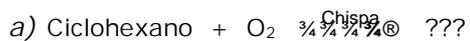
j) biciclo(2,2,1)hepta-2,5-dieno

k) 3-metilciclohexeno

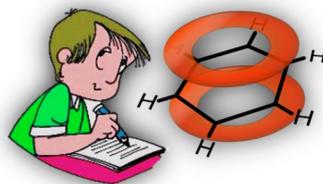
l) 3-clorociclopenteno

- m) 1,4-dibromo-1,4-ciclohexadieno
 n) 3-bromo-5-cloro-ciclopenteno
 o) 4-yodo-3-bromociclohexeno
 p) 1,3-hexadieno
 q) 3-clorociclopenteno
 r) 5-etil-7,7-dimetilciclooctadieno
 s) ciclohexino
 t) ciclooctino

3. Complete las siguientes reacciones, formulando y nombrando el producto principal.



Sesión 07: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS



Los hidrocarburos aromáticos, llamados también cicloaromáticos o arenos, cuando se encuentran unidos a radicales alifáticos, son un grupo especial de sustancias que tienen estructura cíclica poliélica alternada y presentan la propiedad de la aromaticidad. La mayoría son derivados del benceno, por lo que se les denomina bencénicos.

El término aromático se aplica en la actualidad a una serie de compuestos cuya estabilidad y reactividad es semejante a la del benceno, independientemente de su olor. En la actualidad son aromáticos aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

Regla 1. - Presentar estructura cíclica y plana o casi plana, es decir, cada átomo de carbono del anillo debe presentar hibridación sp^2 , u ocasionalmente sp .

Regla 2. - Presentar enlaces dobles conjugados, es decir, enlaces deslocalizados.

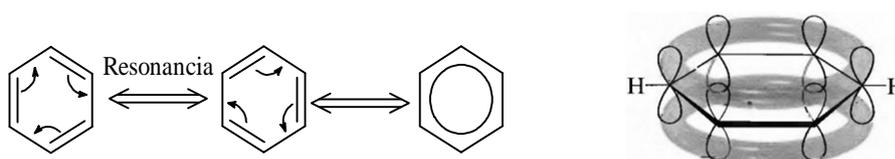
Regla 3. - Cumplir con la regla de Huckel, es decir, el número de electrones (p) en el sistema cíclico tiene que ser $4n+2$, siendo n un número entero.

El benceno, llamado también benzol, se aisló por primera vez en 1825 por el inglés Michael Faraday por condensación de una mezcla aceitosa obtenida del gas del alumbrado. Es un líquido incoloro de fórmula global C_6H_6 , densidad $0,879 \text{ g/cm}^3$, punto de ebullición $80,1^\circ\text{C}$, de olor agradable característico, insoluble en agua, fácilmente inflamable.

La estructura del benceno fue propuesta por el químico alemán Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829-1896) en 1865 y consistía en una mezcla en equilibrio de dos ciclohexatrienos, formados con enlaces sencillos y dobles alternados.

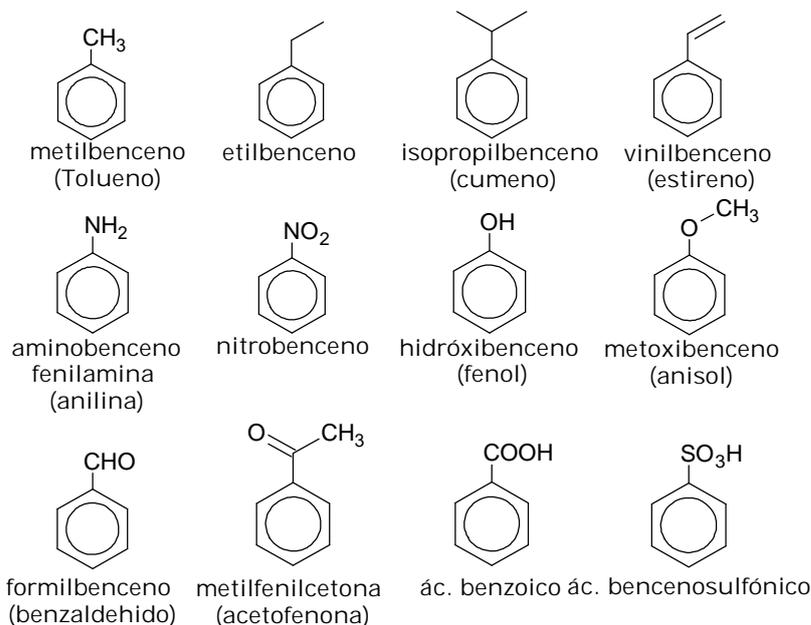
Los compuestos aromáticos, y en especial el benceno, se caracterizan por una inusual estabilidad química, que le viene dada por la particular disposición de los dobles enlaces conjugados y el fenómeno de resonancia que ocurre en ellos.

La resonancia consiste en que los enlaces no son estáticos, sino que se hallan cambiando de posición fugazmente. Por tanto, la molécula de benceno correctamente se debe representar al mismo tiempo por dos estructuras o contribuciones resonantes. Esta propiedad resonante se resume actualmente, representando al benceno mediante un hexágono regular y en cuyo interior hay una circunferencia.

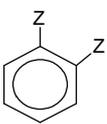
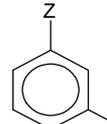
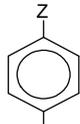


Para nombrar a los cicloaromáticos se sigue las reglas dadas por la IUPAC (*Unión Internacional de Química Pura y Aplicada*).

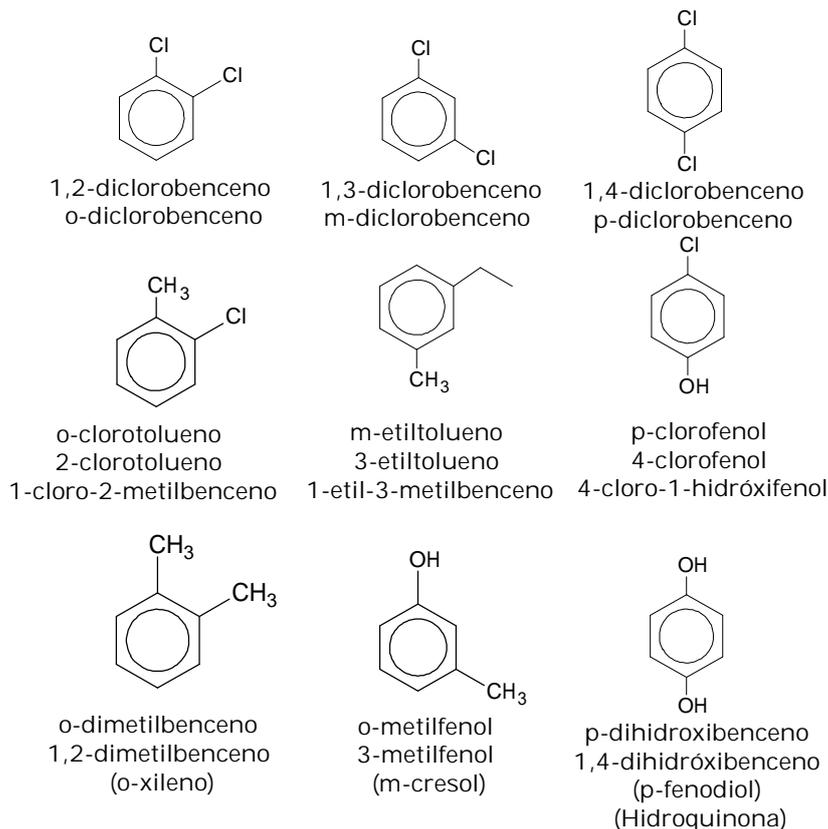
- a) Derivados monosustituídos.- Si sólo hay un grupo en el anillo no se necesita número para designar su posición sólo se escribe el nombre del grupo y luego la palabra benceno. No obstante, algunos tienen nombres comunes. Por ejemplo:



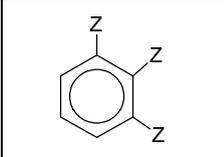
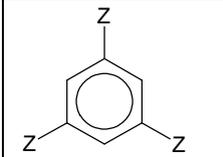
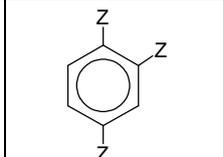
- b) Derivados disustituídos.- Se indica su posición relativa dentro del anillo bencénico mediante los números 1,2; 1,3 ó 1,4, teniendo el número 1 el sustituyente más importante. Sin embargo, en estos casos se sigue utilizando los prefijos "orto", "meta" y "para" para indicar esas mismas posiciones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

| | | | |
|-----------------|--|--|--|
| <i>Isómeros</i> |  |  |  |
| <i>Posición</i> | (1,2) | (1,3) | (1,4) |
| <i>Prefijo</i> | Orto(o) | meta(m) | para(p) |

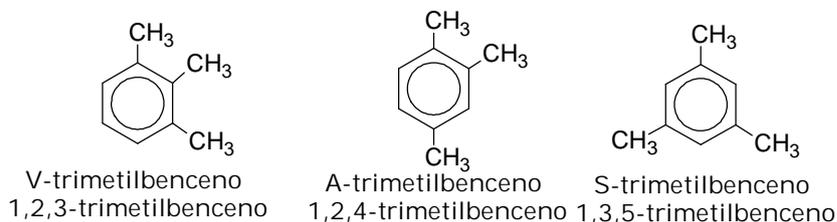
Por ejemplo:



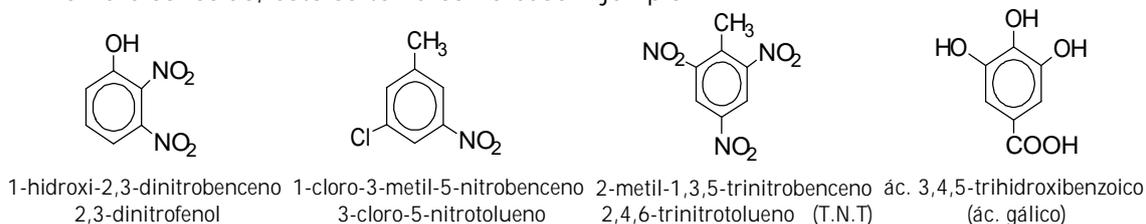
- c) Derivados trisustituídos. Si existe tres grupos iguales en el anillo. En el *sistema común*, se usa la terminación: *vecinal*, *asimétrico* o *simétrico*, según la ubicación de los grupos.

| | | | |
|----------|---|---|--|
| Isómeros |  |  |  |
| Posición | (1,2,3) | (1,3,5) | (1,2,4) |
| Prefijo | Vecinal (V) | Simétrico (S) | Asimétrico (A) |

Por ejemplo:



En el sistema IUPAC se enumeran los carbonos de la cadena cíclica, tal que aquellos con sustituyentes tengan los números más bajos; si hay un mono sustituido con nombre conocido, éste se toma como base. Ejemplo:



Propiedades químicas

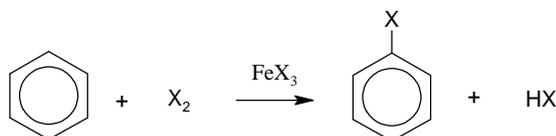
Las reacciones características de los compuestos aromáticos bencenoides son del tipo sustitución, a saber:

- a.** Halogenación: El benceno reacciona con halógenos en presencia de ácidos de Lewis, sustituyendo uno de sus hidrógenos por el halógeno.

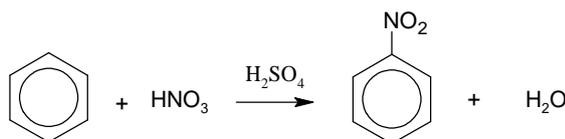
Si es bromación: el catalizador es Fe o FeBr₃

Si es cloración: el catalizador es Fe o FeCl₃, también AlCl₃.

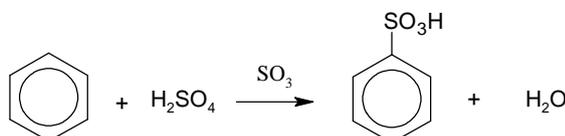
En general:



- b.** Nitración: Se sustituye un H del benceno por el grupo Nitro (-NO₂) que se genera por la mezcla de los ácidos nítrico y sulfúrico.

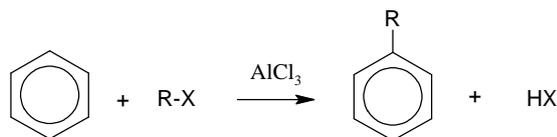


- c.** Sulfonación: Utiliza como reactivo ácido sulfúrico fumante (óleum), (disolución al 8% de SO₃ en ácido sulfúrico concentrado).

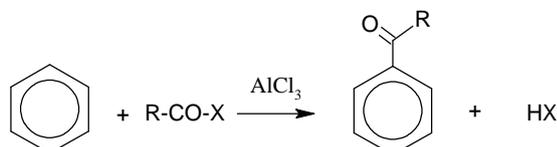


- d. Alquilación Friedel-Crafts: Esta reacción permite añadir cadenas carbonadas al anillo aromático. Los reactivos son haloalcanos (R-X) en presencia de un ácido de Lewis, de preferencia AlCl_3 .

En general: X: Cl, Br



- e. Acilación de Friedel-Crafts: Esta reacción permite añadir grupos acilo al anillo aromático. Los reactivos son haluros de acilo en presencia de un ácido de Lewis.

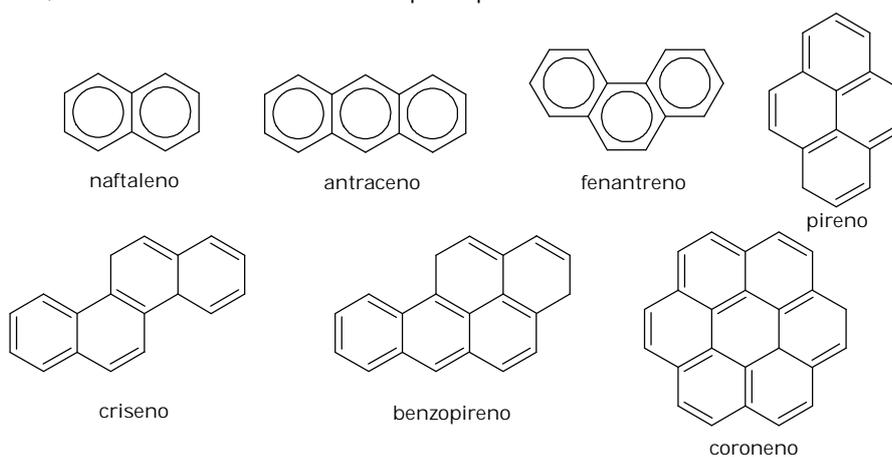


- f. Oxidación de arenos: El permanganato y el dicromato de potasio en caliente oxidan alquilbencenos a ácidos benzoicos. Esta reacción sólo es posible si en la posición bencílica existe al menos un hidrógeno. No importa la longitud de las cadenas o si son ramificadas todas rompen por la posición bencílica generando el grupo carboxílico.



Hydrocarburos aromáticos polinucleares o policíclicos.

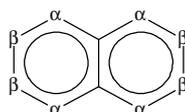
A continuación, se tiene la estructura de los principales:



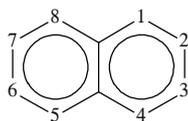
Naftaleno, C_{10}H_8 Es un sólido cristalino blanco, muy conocido como *naftalina*. Es insoluble en agua, pero soluble en solventes orgánicos. Pese a que su punto de ebullición es 218°C sublima fácilmente. Es empleado como desinfectante e insecticida, siendo su uso más difundido como preservante de tejidos naturales contra la polilla. Es usado también como materia prima de fabricación de colorantes.

Nomenclatura de sus derivados:

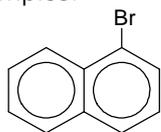
Común: para la ubicación de los sustituyentes se emplea las letras griegas α y β de acuerdo a:



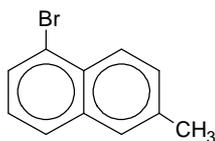
IUPAC: para la ubicación de los sustituyentes se usan números, tal que los más bajos correspondan a los carbonos con sustituyentes. Si hay grupo funcional, se buscará el # más bajo para el carbono unido a dicho grupo.



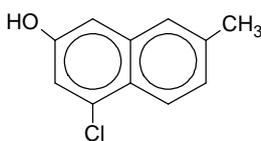
Ejemplos:



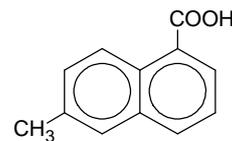
α -bromonaphthaleno
1-bromonaphthaleno



1-bromo-6-metilnaphthaleno



4-cloro-7-metilnaphthaleno

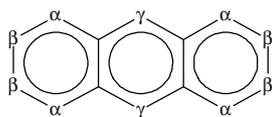


ác. 6-metil-1-carboxinaphthaleno
ác. 6-metilnaftoico

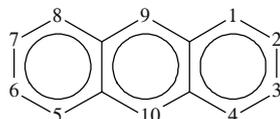
El antraceno, $C_{14}H_{10}$ Se presenta cristalizado en hojas blancas con fluorescencia verdosa, funde a $216^{\circ}C$. Es insoluble en agua. Se obtiene industrialmente de la fracción de alquitrán de hulla llamada aceite verde de antraceno.

Nomenclatura de sus derivados:

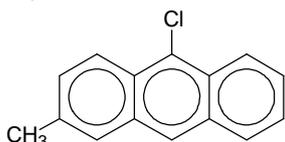
Común: para la ubicación de los sustituyentes se emplea las letras griegas α , β y γ de acuerdo a:



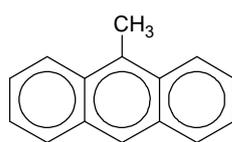
IUPAC: se enumera los carbonos, de tal modo que aquellos con sustituyentes tengan los números más bajos; si hay grupo funcional, se buscará el # más bajo para el carbono unido a dicho grupo.



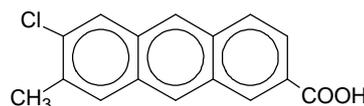
Ejemplos:



10-cloro-2-metilantraceno



9-metilantraceno

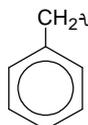


ác. 6-cloro-7-metilantraceno-2-carboxílico
a.c. 6-cloro-7-metil-2-antróico

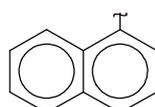
Radicales Arilo (Ar-). Los hidrocarburos también generan radicales al perder un hidrógeno de la molécula, los principales son:



fenil



bencil

1-naftil
 α -naftil2-naftil
 α -naftil

R

Los **hidrocarburos aromáticos** son aquellas sustancias que presentan estructura cíclica poliénica alternada y la propiedad de la aromaticidad.

N

Los hidrocarburos alifáticos: son compuestos orgánicos constituidos por carbono e hidrógeno cuyo carácter no es aromático.

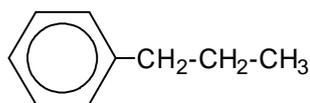


C

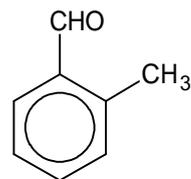
Un **hidrocarburo aromático** o areno es un compuesto orgánico cíclico conjugado que posee una mayor estabilidad debido a la deslocalización electrónica en enlaces .

1. Nombrar los siguientes compuestos según IUPAC y, de ser posible, en el sistema común:

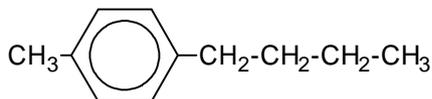
a)



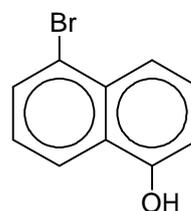
b)



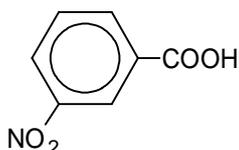
c)



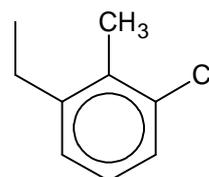
d)



e)



f)



2. Formular la estructura de los siguientes compuestos:

- | | |
|---------------------------------|--|
| a) O-nitroanisol | b) 4-bromo-1-cloro-2-nitrobenzeno |
| c) 4-nitroanilina | d) S-trimetilbenzeno (Mesitileno) |
| e) 2-fenilhexano | f) A-triclorobenceno |
| g) p-divinilbenzeno | h) V-trietilbenzeno |
| i) 3,5-dimetoxibenzaldehido | j) Ác. 2-amino-5-bromo-3-nitrobenzoico |
| k) 2,4-dimetoxifenol | l) 2,4,6-trinitrofenol (ácido picrico) |
| m) 3-bencilpentano | n) bifenilo |
| o) ácido p-aminobenzoico (PABA) | p) 9-cloro-2-metilantraceno |
| q) p-bromoestireno | r) 2-etilnaftaleno |
| s) ácido o-clorobenzoico | t) ácido-6-cloro-7-etil-2-antraico |

3. Completa las siguientes reacciones:

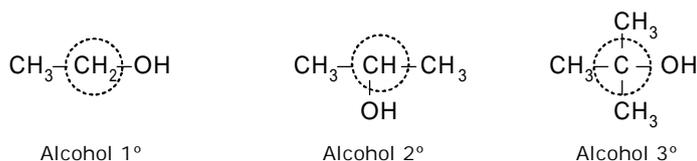
- | | |
|--|---|
| a) Benceno + O ₂ $\xrightarrow{\text{Chispa}}$??? | b) Benceno + Br ₂ $\xrightarrow{\text{Clavo}}$??? |
| c) 3-cloro-1-etilbenzeno + 3H ₂ $\xrightarrow{\text{Ni}}$??? | d) Benceno + 1-clorobutano $\xrightarrow{\text{AlCl}_3}$??? |
| e) 5-bromo-1-naftol + 5 H ₂ $\xrightarrow{\text{Pt}}$??? | f) Benceno + Cloruro de bencilo $\xrightarrow{\text{AlCl}_3}$??? |
| g) Benceno + CH ₃ -Cl $\xrightarrow{\text{AlCl}_3}$??? | h) Benceno + CH ₃ CH ₂ COBr $\xrightarrow{\text{AlBr}_3}$??? |
| i) Benceno + Cl ₂ $\xrightarrow{\text{Fe}}$??? | j) Benceno + Oleum \rightarrow ??? |
| k) Benceno + Cloruro de isopropilo $\xrightarrow{\text{AlCl}_3}$??? | l) Tolueno + KMnO ₄ /caliente \rightarrow ??? |
| m) p-xileno + KMnO ₄ /caliente \rightarrow ??? | n) Naftaleno + Br ₂ $\xrightarrow{\text{AlBr}_3}$??? |

Sesión 08: ALCOHOLES

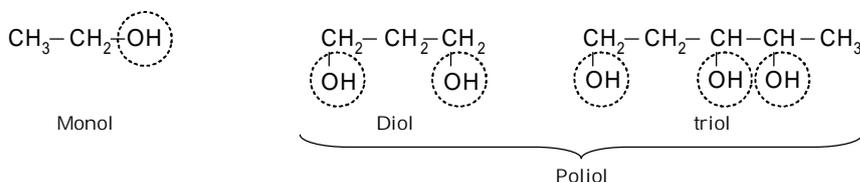


Los alcoholes son derivados de hidrocarburos en los cuales uno o más hidrógenos del hidrocarburo origen han sido reemplazados por un grupo funcional hidroxilo u oxidrilo (-OH). Se representa por la fórmula general R-OH⁷.

Los alcoholes se clasifican de acuerdo al tipo de carbono que lleva el grupo -OH:



Otra clasificación toma en cuenta el número de grupos -OH presentes en la estructura. Por ejemplo:



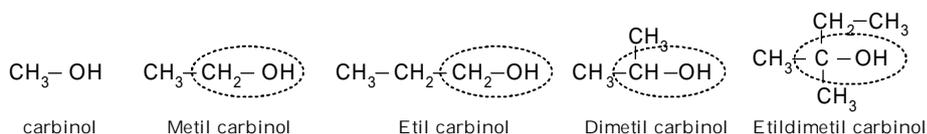
Existen tres sistemas para nombrar a los alcoholes, a saber:

P *Sistema Clásico o Común*

Se usa generalmente para nombrar compuestos sencillos. Se escribe la palabra *Alcohol*, seguida del *grupo alquilo* con la terminación "ico". Ejemplo:

P *Sistema Carbinol*

Al igual que el anterior, también se usa para compuestos sencillos. Aquí se considera a los alcoholes como derivados del CH₃-OH, por reemplazo de uno o más átomos de hidrógeno por otros grupos. Se nombran los grupos unidos al carbono que posee el "OH" y finalmente agregamos el sufijo *carbinol*. Ejemplo:



P *Sistema IUPAC*

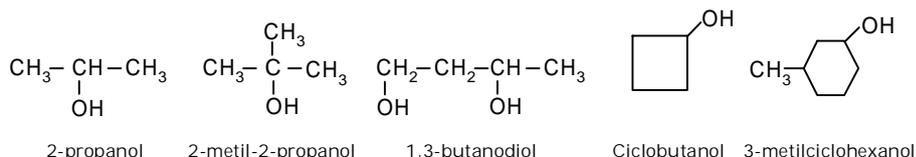
Se sigue las siguientes reglas:

1. Se elige como cadena principal a la cadena carbonada continua más larga a la cual se debe encontrar unido el grupo funcional *hidroxilo* (OH).
2. Se enumera la cadena comenzando por el extremo más cercano al grupo *hidroxilo*. El grupo hidroxilo tiene prioridad sobre los dobles y triples enlaces.
3. Se identifican los sustituyentes o radicales unidos a la cadena principal.
4. Se procede a nombrar el compuesto. *Primero*; se nombra a los sustituyentes indicando su posición en la cadena principal. *Segundo*; se indica la posición del grupo funcional hidroxilo. *Finalmente*, se nombra el compuesto según el número de carbonos de la cadena principal

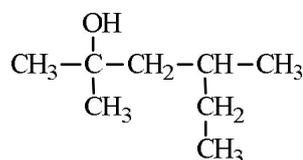
⁷ Los compuestos con un grupo hidroxilo directamente unido a un anillo aromático no son alcoholes, sino fenoles.

agregando el sufijo "OL". En caso de existir más de un grupo funcional hidroxilo se utiliza los prefijos: diol, triol, etc.

Ejemplo:



Ejercicio: Nombrar el compuesto representado por la siguiente fórmula estructural:



Solución:

Cadena principal: la de mayor longitud (6 carbonos), 2-hexanol / hexan-2-ol

Numeración: Comienza por el carbono del grupo funcional.

Sustituyentes: dos grupo metil en posición 2, 4.

Nombre: 2, 4-dimetil-2-hexanol / 2, 4-dimetilhexan-2-ol

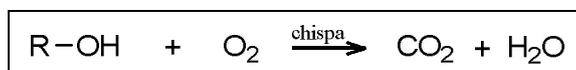
Propiedades Físicas

El estado de agregación de los alcoholes está relacionado con su peso molecular y la presencia de enlaces puente de hidrógeno (EPH). Son líquidos, desde el C1 a C16, y sólidos del C17 a más. Son incoloros y de olor agradable. Presentan una polaridad elevada debido a la presencia del grupo -OH, por ende, son muy solubles en agua. Sin embargo, decrece conforme aumenta la longitud de la cadena carbonada. El punto de ebullición de los alcoholes generalmente es alto debido a la presencia EPH; en alcoholes lineales, se incrementa gradualmente conforme aumenta el número de carbonos y en alcoholes con igual número de carbonos, pero de estructura distinta, el punto de ebullición disminuye a medida que aumentan las ramificaciones. Son solubles en agua.

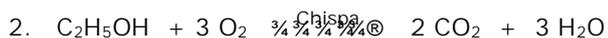
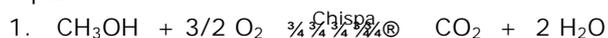
Propiedades Químicas

Las propiedades químicas de un alcohol, R-OH, queda determinadas por su grupo funcional, el grupo hidroxilo, -OH. Pueden involucrar la ruptura de uno de dos enlaces: el enlace C-OH, con remoción del grupo -OH; o bien el enlace O-H, con eliminación de -H. A continuación se enumeran algunas de las reacciones más importantes de los alcoholes.

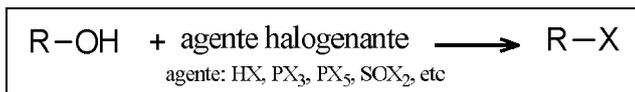
a) Combustión:



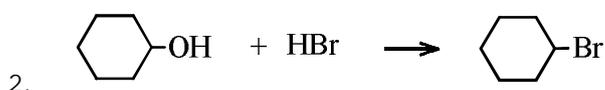
Ejemplo:



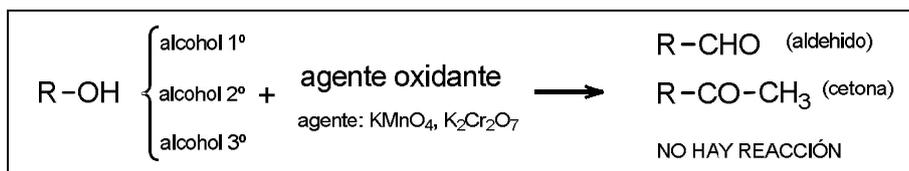
b) Formación de Haluros de Alquilo:



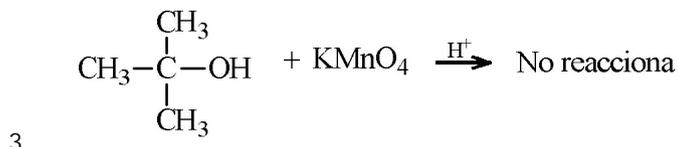
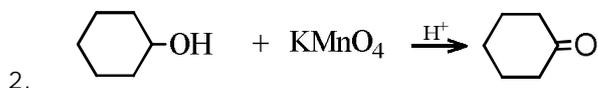
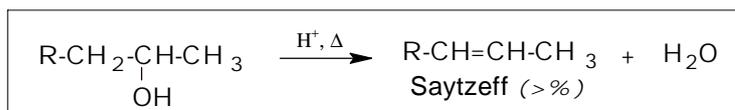
Ejemplo:



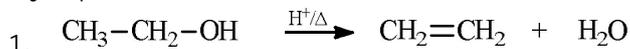
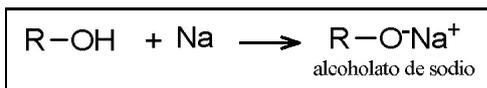
c) Oxidación: según el tipo de alcohol se puede obtener:



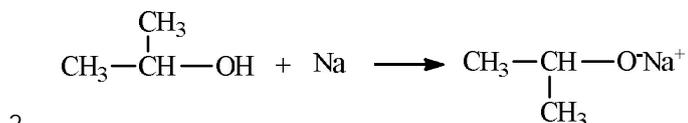
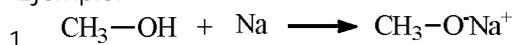
Ejemplo:

**d) Deshidratación**

Ejemplo:

**e) Formación de Alcohólatos**

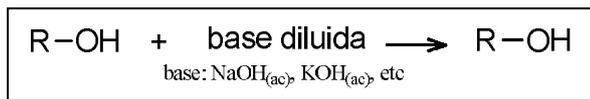
Ejemplo:



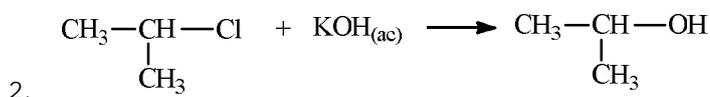
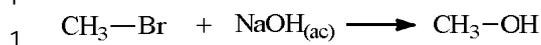
Obtención de Alcoholes

A nivel de laboratorio

a) Hidrólisis de Halogenuros de Alquilo



Ejemplo:



R

Los alcoholes son compuesto orgánicos que contienen el grupo hidroxilo (-OH).

N



Fermentación: proceso bioquímico por el que una sustancia orgánica se transforma en otra, generalmente más simple, por la acción de un fermento.

C

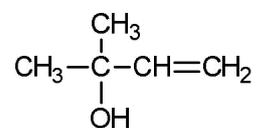
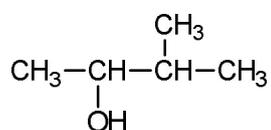
El etanol se obtiene por fermentación de materia vegetal, obteniéndose una concentración máxima de 15% en etanol. Por destilación se puede aumentar esta concentración hasta el 98%.

Comprensión profunda:

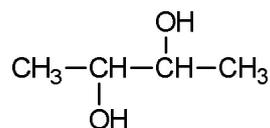
1. Dar nombre IUPAC a los siguientes compuestos:

a)

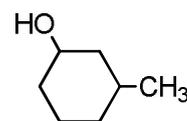
b)



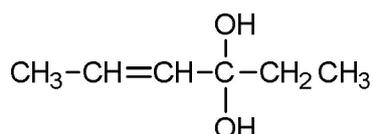
c)



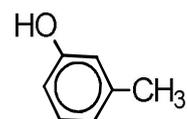
d)



e)



f)



2. Dibuja las estructuras moleculares correspondientes a los compuestos orgánicos que te presentamos.

a) 1-butanol

b) 5, 5 -dimetil - 3 - hexanol

c) ciclohexanol

d) 3 - penten -2- ol

e) 1,4-butanodiol

f) etilenglicol

g) 1, 2, 3 -Propanotriol (*Glicerina*)

h) fenol

3. Complete las siguientes reacciones, formulando y nombrando el producto principal.

a) Alcohol Metílico + O₂ à ???b) 2-metil-2-propanol + KMnO₄/H⁺ à ???

c) 2-Butanol + HBr à ???

d) 1-propanol + Na à ???

e) Ciclohexanol + PCl₅ à ???

f) Isopropanol + Na à ???

g) Alcohol etílico + K₂Cr₂O₇/H⁺ à ???

h) Fenol + Na à ???

i) 2-propanol + KMnO₄/H⁺ à ???j) 3-metil-2-butanol + H⁺/calor à ???k) 2-metilciclobutanol + H⁺/calor à ???

l) 2-cloropropano + NaOH(ac) à ???

m) Bromociclohexano + NaOH(ac) à ???

n) Ciclohexanol + KMnO₄/H⁺ à ???

Unidad Didáctica III
 "DIFUNDIMOS LAS RIQUEZAS CULTURALES Y LOS TALENTOS ARTÍSTICOS DE NUESTRA
 COMUNIDAD LOCAL, REGIONAL, NACIONAL E INTERNACIONAL"

Sesión 09: ÉTERES



Los éteres son compuestos que tienen un átomo de oxígeno unido a dos radicales hidrocarbonados. Según el tipo de estos radicales, los éteres pueden ser:

- Alifáticos, R—O—R (los dos radicales alquílicos).
- Aromáticos, Ar—O—Ar (los dos radicales arílicos).
- Mixtos, R—O—Ar (un radical alquílico y otro arílico).



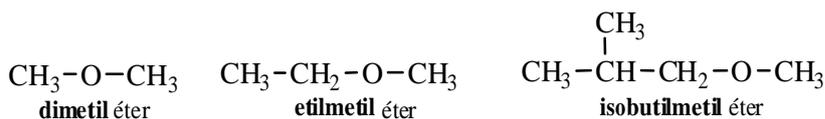
Los éteres se llaman simétricos cuando los dos radicales son iguales y, asimétricos, si son distintos.

Nomenclatura

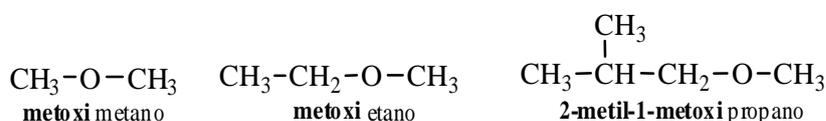
Existen tres sistemas para nombrar a los alcoholes, a saber:

P *Sistema Radico-funcional*

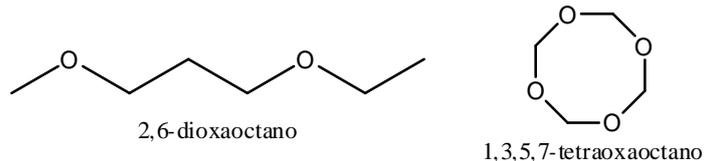
Se nombran en orden alfabético los grupos alquilo o arilo seguido de la palabra éter. Por ejemplo:

P *Sistema Sustitutivo*

Se nombra primero el radical alquilo más complejo como compuesto base y nombra el resto del éter como grupo *alcóxido*. Por ejemplo:

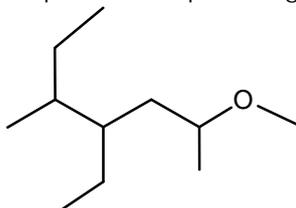
P *Sistema IUPAC*

Se utiliza para éteres complejos difíciles de nombrar por lo sistemas anteriores. Ejemplo:



Nota: OXA significa que un oxígeno está reemplazando a un grupo -CH₂ -.

Ejercicio: Nombrar el compuesto representado por la siguiente fórmula estructural:



Solución:

Cadena principal: la de mayor longitud (7 carbonos), heptano.

Numeración: Comienza por el carbono del grupo funcional.

Sustituyentes: un grupo etil en posición 4, un grupo metil en posición 5 y un metóxi en posición 2.

Nombre: 4-etil-2-metoxi-5-metilheptano

Propiedades Físicas

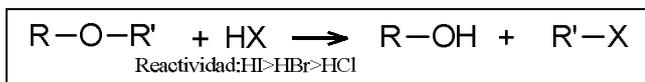
Puesto que el ángulo C-O-C (110° aprox.) de los éteres no es de 180°, los momentos dipolares de los dos enlaces C-O no se anulan, en consecuencia, los éteres exhiben un pequeño momento bipolar neto. Esta polaridad débil no afecta apreciablemente el punto de ebullición de los éteres, los que son similares a los de los alcanos de pesos moleculares comparables y mucho más bajos a los alcoholes isómeros.

Propiedades Químicas

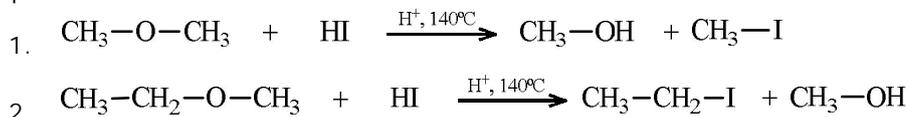
A excepción de los alcanos, los éteres son los menos reactivos de todos los grupos funcionales simples. Son estables frente a las bases, agentes oxidantes y reductores.

a) Degradación con halogenuros de hidrógeno

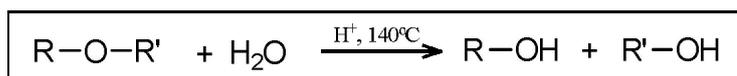
La escisión sólo procede en condiciones bastante energéticas: se necesitan ácidos concentrados (comúnmente HI o HBr) y temperatura elevadas.



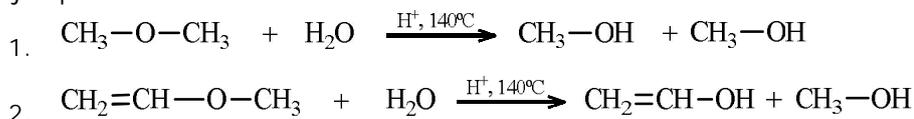
Ejemplo:



b) Descomposición con ácido sulfúrico



Ejemplo:

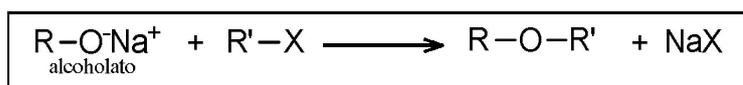


Obtención de Éteres

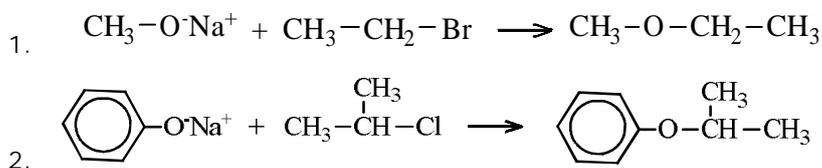
A nivel de laboratorio

a) Síntesis de Williamson:

En la síntesis de Williamson se hace reaccionar un alcoholato o fenolato con un halogenuro de alquilo.

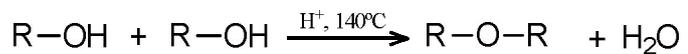


Ejemplo:

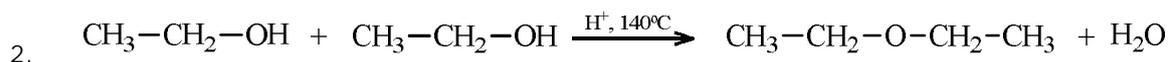
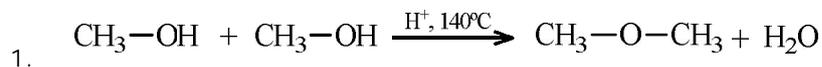


b) Deshidratación Intermolecular de Alcoholes

Se lleva a cabo tratando el alcohol con ácido sulfúrico a 140°. La deshidratación es intermolecular y producen éteres simétricos.



Ejemplo:



A nivel industrial

La síntesis de Williamson se emplea también para la preparación de éteres a nivel industrial.

R

Son compuestos que resultan de la unión de dos radicales alquílicos o aromáticos a través de un puente de oxígeno -O-.

N



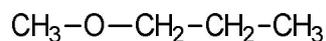
Analgésico: medicamento para calmar o eliminar el dolor, ya sea de cabeza, muscular, de artritis, etc.

C

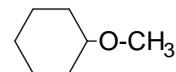
Los éteres son moléculas de estructura similar al agua y alcoholes. El ángulo entre los enlaces C-O-C es mayor que en el agua debido a las repulsiones estéricas entre grupos voluminosos.

1. Dar nombre IUPAC a los siguientes compuestos:

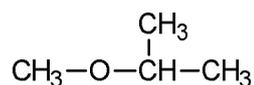
a)



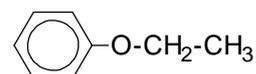
b)



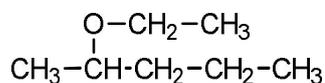
c)



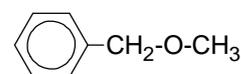
d)



e)



f)



2. Dibuja las estructuras moleculares correspondientes a los compuestos orgánicos que te presentamos.

a) Metoximetano

b) propoxibenceno

c) 2-etoxipropano

d) metoxiciclobutano

e) 1,3 - dimetoxibutano

f) Difeniléter

3. Complete las siguientes reacciones, formulando y nombrando el producto principal.

a) etilmetil éter + O₂ à CO₂ + H₂Ob) Metilpropil éter + $\frac{\text{H}_2\text{O}}{\text{H}_2\text{SO}_4}$ à ???

c) 2-metoxipropano + HI à ???

d) Etilfenil éter + $\frac{\text{H}_2\text{O}}{\text{H}_2\text{SO}_4}$ à ???

e) Etoxiciclopropano + HI à ???

f) CH₃O⁻Na⁺ + 2-Bromopropano à ???

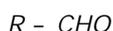
g) Metilfenil éter + HBr à ???

h) 2-cloro-2-metilpropano + CH₃CH₂O⁻Na⁺ à ???i) Metoxiciclobutano + $\frac{\text{H}_2\text{O}}{\text{H}^+}$ à ???j) + CH₃Cl à ???

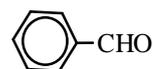
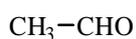
Sesión 10: ALDEHÍDOS



Son compuestos orgánicos que poseen en su estructura el grupo funcional formilo ($-\text{CHO}$). Presentan por fórmula general:



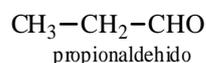
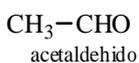
Donde: R puede ser un grupo alifático o arílico. Por ejemplo:



Existen dos sistemas para nombrar a los aldehídos, a saber:

P *Sistema Común*

Se usa generalmente para nombrar compuestos sencillos. Ejemplo:

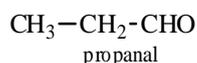
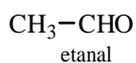
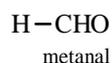


P *Sistema IUPAC*

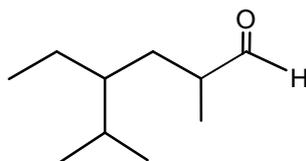
Se sigue las siguientes reglas:

1. Se elige como cadena principal la cadena carbonada continua más larga que contiene al grupo FORMILO.
2. Se enumera la cadena comenzando por el extremo del grupo FORMILO.
3. Se identifican los sustituyentes o radicales unidos a la cadena principal.
4. Se procede a nombrar el compuesto. *Primero*; se nombra a los sustituyentes indicando su posición en la cadena principal. Luego, se nombra el compuesto según el número de carbonos de la cadena principal agregando el sufijo "al". En caso de existir más de un grupo funcional formilo se utiliza los prefijos: dial, trial, etc.

Ejemplo:



Ejercicio: Nombrar el compuesto representado por la siguiente fórmula estructural:



4-ethyl-2,5-dimethylhexanal

Solución:

Cadena principal: la de mayor longitud (6 carbonos), Hexanal.

Numeración: Comienza por el carbono del grupo funcional.

Sustituyentes: un grupo etil en posición 4 y dos grupos metil en posición 2, 5.

Nombre: 4-etil-2, 5-dimetilhexanal

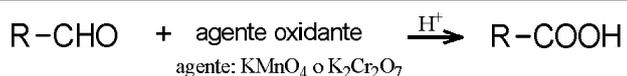
Propiedades Físicas

- Estado Físico (a temperatura ambiente).- Los aldehídos de bajo peso molecular son líquidos, excepto el formaldehído (metanal) que es gaseoso; del C₁₃ en adelante son sólidos.
- Punto de ebullición.- Las temperaturas de los aldehídos son menores que las de los alcoholes correspondientes.
- Solubilidad.- Son bastantes solubles en el agua, pero esta característica disminuye a medida que aumenta el peso molecular.
- Olor.- Los aldehídos de bajo número de carbonos presentan generalmente olores desagradables. A medida que aumenta el número de átomos de carbono en la molécula, desaparece el mal olor. A tal punto que se emplea en perfumerías, por ejemplo, C₁₈H₁₇CHO o el C₉H₁₉CHO

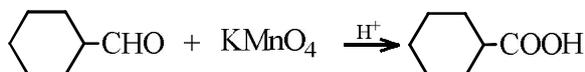
Propiedades Químicas

Los aldehídos son compuestos muy reactivos más aún que las cetonas. Está reactividad les viene de la naturaleza del doble enlace, C = O, el cual como ya se sabe es mucho más reactivo que el enlace sencillo. Las siguientes son las principales reacciones que puede sufrir:

a) Oxidación:



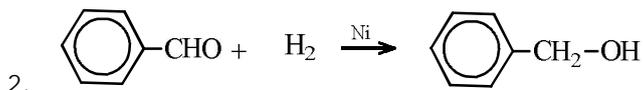
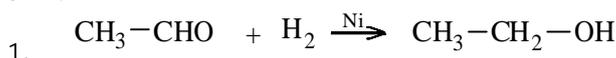
Ejemplo:



b) Reducción:



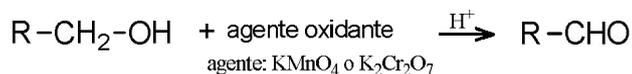
Ejemplo:



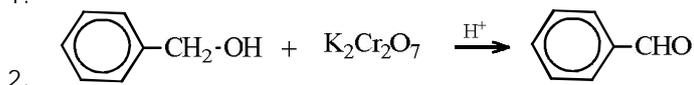
Obtención de Aldehídos

A nivel de laboratorio

a) Oxidación de alcoholes primarios



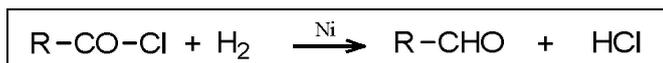
Ejemplo:



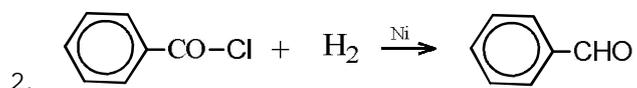
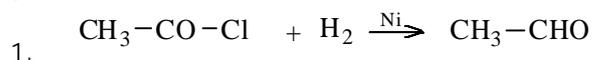
b) Hidratación del acetileno



c) Hidrogenación o reducción de Cloruros de Ácido



Ejemplo:



A nivel industrial. El metanal o aldehído fórmico es el aldehído con mayor uso en la industria, se utiliza fundamentalmente para la obtención de resinas fenólicas y en la elaboración de explosivos (pentaeritrol y el tetranitrato de pentaeritrol, TNPE) así como en la elaboración de resinas alquídicas y poliuretano expandido.

R

Los aldehídos son compuestos orgánicos caracterizados por poseer el grupo funcional -CHO.

N

Punto de ebullición: temperatura a la cual la materia cambia del estado líquido al estado gaseoso.

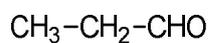


C

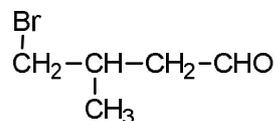
La palabra aldehído proviene del latín científico alcohol dehydrogenatum que significa alcohol deshidrogenado.

Dar Nombre IUPAC a los siguientes compuestos:

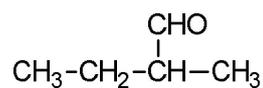
a)



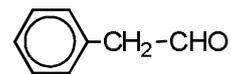
b)



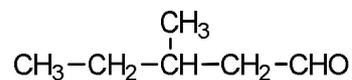
c)



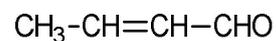
d)



e)



f)



4. Dibuja las estructuras moleculares correspondientes a los compuestos orgánicos que te presentamos
- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| a) 2-metilbutanal | b) 4-cloro-3-metilhexanal |
| c) propinal | d) Acetaldehído |
| e) 2,2-dimetilbutanal | f) formaldehído |
5. Complete las siguientes reacciones, formulando y nombrando el producto principal
- | | |
|---|---|
| a) Propanal + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ à ??? | b) $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{Cl} + \text{H}_2$ à ??? |
| c) Butanal + H_2 $\frac{3}{4} \frac{3}{4} \text{R}$??? | d)  + H_2 à ??? |
| e) Benzaldehído + H_2 $\frac{3}{4} \frac{3}{4} \text{R}$??? | f) $\text{CH}_3\text{CO}-\text{Cl} + \text{H}_2$ à ??? |
| g) 1-propanol + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ à ??? | h) Acetileno + $\text{H}_2\text{O}/\text{HgSO}_4$ à ??? |

Sesión 11: CETONAS



Son compuestos químicos orgánicos que poseen en su estructura el grupo carbonilo (-CO-). Según el tipo de estos radicales, las cetonas pueden ser:

- Alifáticas, R-CO-R (los dos radicales alquílicos).
- Aromáticas, Ar-CO-Ar (los dos radicales arílicos).
- Mixtas, R-CO-Ar (un radical alquílico y otro arílico).



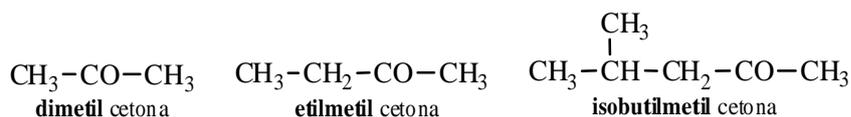
Las cetonas son simétricas cuando los dos radicales son iguales y, asimétricas, si son distintos.

Nomenclatura

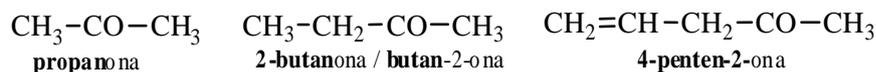
Existen dos sistemas para nombrar a las cetonas, a saber:

P *Sistema Común*

Se nombran los grupos alquilo o arilo unidos al carbonilo y luego la palabra cetona. Por ejemplo:

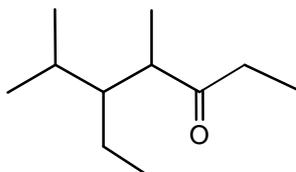
P *Sistema IUPAC*

1. Se elige como cadena principal la cadena carbonada continua más larga que contiene al grupo CARBONILO.
2. Se enumera la cadena comenzando por el extremo más cercano al grupo CARBONILO.
3. Se identifican los sustituyentes o radicales unidos a la cadena principal.
4. Se procede a nombrar el compuesto. *Primero*; se nombra a los sustituyentes indicando su posición en la cadena principal. Luego, se nombra el compuesto según el número de carbonos de la cadena principal agregando el sufijo "ona". En caso de existir más de un grupo funcional carbonilo se utiliza los prefijos: diona, triona, etc. Por ejemplo:



Ejercicio:

Nombrar el compuesto representado por la siguiente fórmula estructural:



Solución:

Cadena principal: la de mayor longitud (7 carbonos), 3-hexanona / hexan-3-ona.

Numeración: Comienza por el extremo más cercano al grupo funcional.

Sustituyentes: un grupo etil en posición 5 y dos grupos metil en posición 4, 6.

Nombre: 5-etil-4, 6-dimetil-3-hexanona / 5-etil-4, 6-dimetilhexan-3-ona

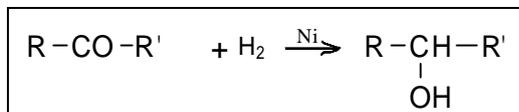
Propiedades Físicas

Las cetonas desde la propanona (C₃) hasta la decanona (C₁₀) son líquidos volátiles y aromáticos, a partir del C₁₁ son sólidas e inodoras. Su densidad es inferior a la del agua. Presentan punto de ebullición inferior a la de los alcoholes correspondiente. Además son miscibles con el agua.

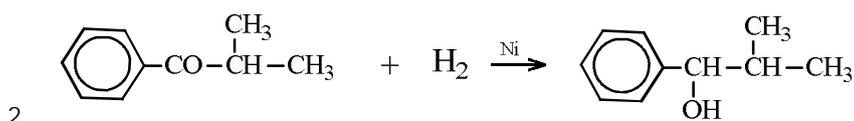
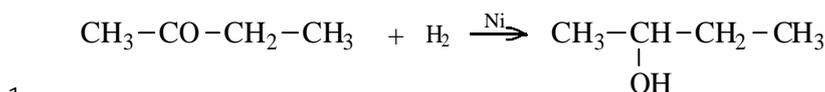
Propiedades Químicas

Las cetonas son menos reactivas que los aldehídos. Algunas de sus reacciones principales son:

a) Hidrogenación (reducción a alcoholes)

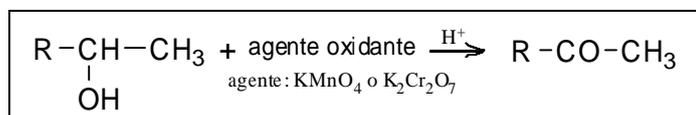


Ejemplo:

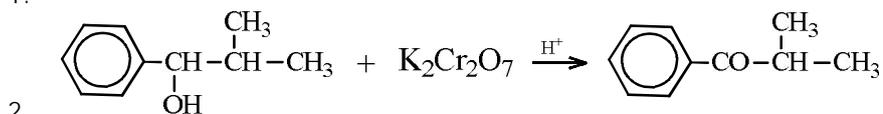


Métodos de obtención

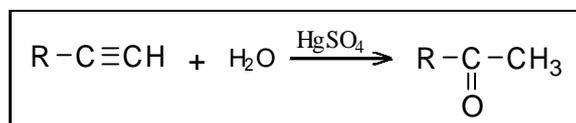
a) Oxidación de alcoholes Secundarios



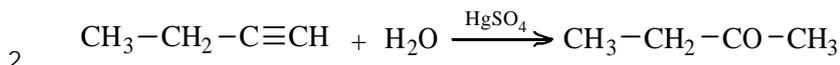
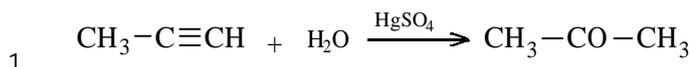
Ejemplo:



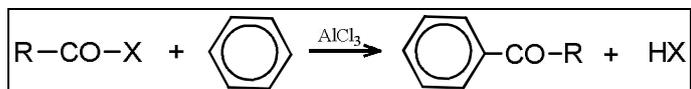
Hidratación de compuestos acetilénicos



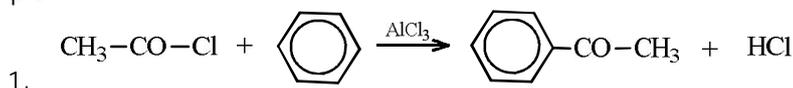
Ejemplos:

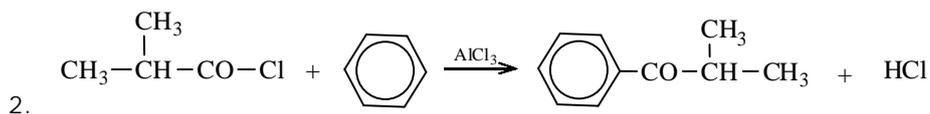


b) Acilación de Friedel-Crafts



Ejemplo:





A nivel industrial: La síntesis a escala industrial de las cetonas se realiza mayoritariamente según el proceso catalítico de hidrólisis en medio ácido del hidroperóxido de cumeno, que permite también la obtención del fenol como coproducto, en una relación en peso de 0,61:1. Un segundo método de obtención es la deshidrogenación catalítica del alcohol isopropílico.

R

Las cetonas.- Compuesto químico que contiene en su molécula un grupo carbonilo (un átomo de carbono y uno de oxígeno) en un carbono secundario.

N

Punto de fusión: temperatura en la cual una materia que se halla en estado sólido pasa a su estado líquido.

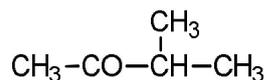


C

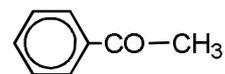
La **cetonuria** es una alteración metabólica caracterizada por una alta concentración de cuerpos cetónicos en la orina.

1. Dar Nombre IUPAC a los siguientes compuestos:

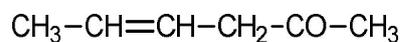
a)



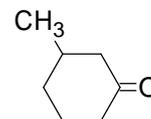
b)



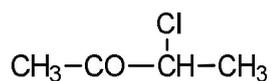
c)



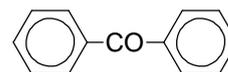
d)



e)



f)



2. Dibuja las estructuras moleculares correspondientes a los compuestos orgánicos que te presentamos.

a) 2-butanona

b) metilfenil cetona

c) dimetilcetona

d) 1-bromo-2-propanona

3. Complete las siguientes reacciones, formulando y nombrando el producto principal.

a) Acetona + H_2 $\xrightarrow[\text{Ni}]{\text{Pt}}$???

b) 2-propanol + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ à ???

c) Benzofenona + H_2 $\xrightarrow[\text{Ni}]{\text{Pt}}$???

d) ciclohexanol + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ à ???

e) propino + $\text{H}_2\text{O}/\text{HgSO}_4$ à ???

f) $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{Cl}$ +  $\xrightarrow[\text{Ni}]{\text{Pt}}$???



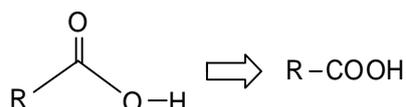
"Lo que se ha conseguido con más dificultad, se ama más"

Aristóteles

Sesión 12: ÁCIDOS CARBOXÍLICOS



De los compuestos orgánicos que presentan acidez apreciable, los ácidos carboxílicos son, con mucho, los más importantes. Estas sustancias contienen el grupo carboxilo (-COOH) unido, ya sea a un grupo alquilo o a un arilo. Presenta como fórmula general:



Existen dos sistemas para nombrar a los ácidos carboxílicos, a saber:

P *Sistema Común*

Los ácidos carboxílicos alifáticos se conocen desde hace mucho tiempo y tienen nombres comunes que se refieren más a su origen que a sus estructuras químicas. El *ácido fórmico* es, por ejemplo, causa el ardor que produce la picadura de hormiga (del latín: "formica", hormiga); el ácido butírico confiere a la mantequilla rancia su olor típico (del latín: "butyrum", mantequilla); y los ácidos caproico, caprílico y cáprico se encuentran en la grasa de la cabra (del latín: "Caper", cabra).

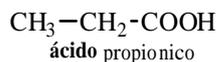
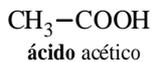
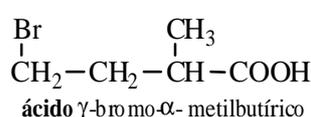
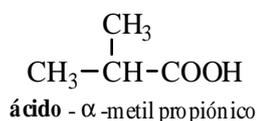


TABLA: Nombres comunes de algunos ácidos normales.

| # de átomos de carbono (n) | Nombre | Derivación del nombre |
|----------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 1 | ácido fórmico | Latín: fórmica, hormiga |
| 2 | ácido acético | latín: acetum, vinagre |
| 3 | ácido propiónico | griego: proto, primero + pion, grasa |
| 4 | ácido butírico | latín: butyrum, manteca |
| 5 | ácido valérico | latín: valere, raíz de valeriana |
| 6 | ácido caproico | latín: caper, cabra |
| 7 | ácido enántico | griego: oenanthe, flor de la vid |
| 8 | ácido caprílico | latín: caper, cabra |
| 9 | ácido pelargónico | pelargonium |
| 10 | ácido cáprico | latín: caper, cabra |
| 12 | ácido laurico | laurel |
| 14 | ácido mirístico | myrística (nuez moscada) |
| 16 | ácido palmítico | aceite de palma |
| 18 | ácido esteárico | griego: stear, sebo o grasa |
| 20 | ácido araquídico | arachis (maní) |

Los ácidos de cadena ramificada se nombran como derivados de los ácidos de cadena recta. Para indicar la posición de unión, se emplean letras griegas: α , β , γ , etc.; el carbono α es el que está unido al grupo carboxílico.

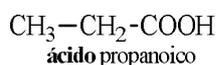
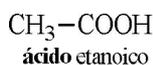


P Sistema IUPAC

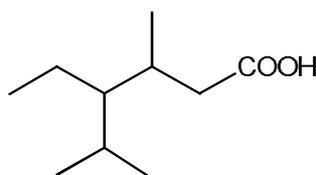
Se sigue las siguientes reglas:

1. Se elige como cadena principal la cadena carbonada continua más larga que contiene al grupo CARBOXILICO.
2. Se enumera la cadena comenzando por el átomo de carbono del grupo CARBOXILICO. El grupo carboxílico tiene prioridad sobre cualquier grupo funcional estudiado anteriormente.
3. Se identifican los sustituyentes o radicales unidos a la cadena principal.
4. Se procede a nombrar el compuesto. *Primero*; se nombra a los sustituyentes indicando su posición en la cadena principal. Luego, se nombra el compuesto según el número de carbonos de la cadena principal agregando el sufijo "OICO". En caso de existir dos grupos funcionales carboxílicos se utiliza el prefijo *dioico*.

Ejemplo:



Ejercicio: Nombrar el compuesto representado por la siguiente fórmula estructural:



Solución:

Cadena principal: la de mayor longitud (6 carbonos), hexanoico.

Numeración: Comienza por el carbono del grupo funcional.

Sustituyentes: un grupo etil en posición 4 y dos grupos metil en posición 3, 5.

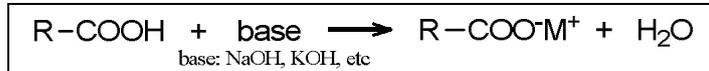
Nombre: 4-etil-3, 5-dimetilhexanoico

Propiedades Físicas

- § Los primeros cuatro ácidos son solubles en agua, el de cinco carbonos es muy poco soluble y los ácidos superiores son virtualmente insolubles.
- § El punto de ebullición de los ácidos carboxílicos es más elevado que el de los alcoholes.
- § Los ácidos carboxílicos son moléculas polares y, al igual que los alcoholes, forman enlaces puente de hidrógeno.

Propiedades Químicas

a) Neutralización o de Formación de Sales:



Ejemplo:



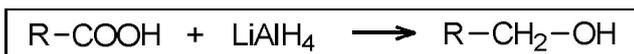
b) Formación de Cloruros de Ácido



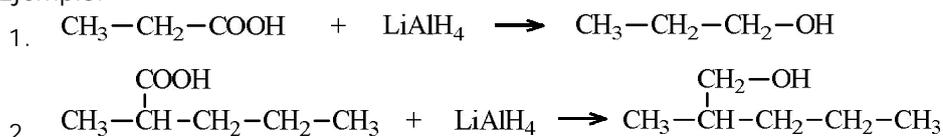
Ejemplo:



c) Reducción

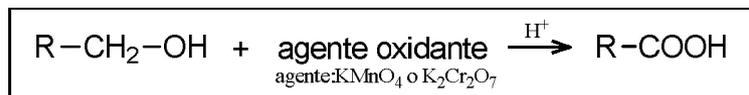


Ejemplo:

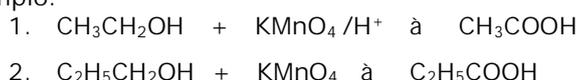


Métodos de obtención

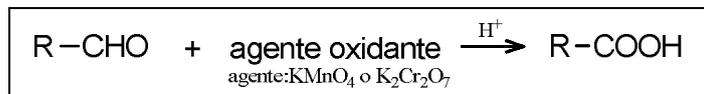
a) Por oxidación de Alcoholes primarios



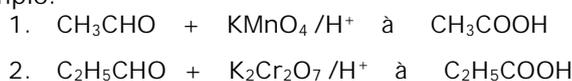
Ejemplo:



b) Por Oxidación de Aldehídos



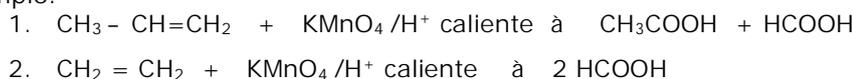
Ejemplo:



c) Por Oxidación de Alquenos



Ejemplo:



A nivel industrial

Las rutas industriales a los ácidos carboxílicos difieren generalmente de las usadas a pequeña escala porque requieren equipamiento especializado. Se recurre a la oxidación de aldehídos con aire, utilizando catalizadores de cobalto y manganeso. Los aldehídos necesarios son obtenidos fácilmente a partir de alquenos por hidroformilación. También a la deshidrogenación de alcoholes, catalizada por bases. Asimismo, la carbonilación es el método más versátil cuando va acompañado a la adición de agua. Algunos ácidos carboxílicos de cadena larga son obtenidos por la hidrólisis de los triglicéridos obtenidos de aceites y grasas de plantas y animales. Estos métodos están relacionados a la elaboración del jabón.

R

Los ácidos carboxílicos constituyen un grupo de compuestos, caracterizados porque poseen un grupo funcional llamado grupo carboxilo o grupo carboxilo.

N

Acido: sustancia que, en disolución, incrementa la concentración de iones de hidrógeno.

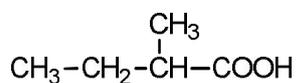


C

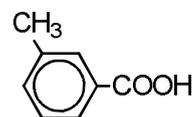
El ácido fórmico fue aislado en 1671 por primera vez por el naturalista inglés John Ray destilándolo a partir de un montón de hormigas rojas (Formica rufa) machacadas.

1. Dar nombre IUPAC a los siguientes compuestos:

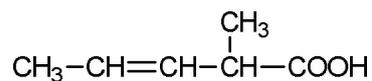
a)



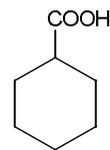
b)



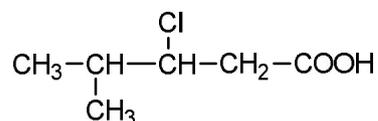
c)



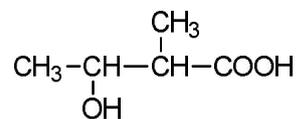
d)



e)



f)



2. Dibuja las estructuras moleculares correspondientes a los compuestos orgánicos que te presentamos.
- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| a) Ácido 2-metilpropanoico | b) Ácido p-nitrobenzoico |
| c) Ácido-3-bromobutanoico | d) Ácido 2-aminopropanoico |
3. Complete las siguientes reacciones, formulando y nombrando el producto principal
- | | |
|---|---|
| a) Ác. 2-metilbutanoico + KOH à ??? | b) Etanol + KMnO ₄ /H ⁺ à ??? |
| c) Ácido Acético + PCl ₃ à ??? | d) Propanal + K ₂ Cr ₂ O ₇ /H ⁺ à ??? |
| e) Ácido butírico + SOCl ₂ à ??? | f) CH ₃ -CH ₂ -CH=CH ₂ + K ₂ Cr ₂ O ₇ /H ⁺ à ??? |
| g) Ác. ciclopropanoico + LiAlH ₄ à ??? | h) 2-buteno + KMnO ₄ /H ⁺ à ??? |



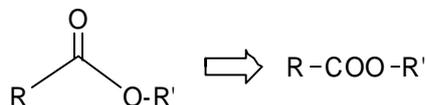
"Descubrir significa lo mismo que observar otras personas pero ver algo diferente."

Albert Szent - Gyorgi.

Sesión 13: ÉSTERES



Son compuestos químicos orgánicos que poseen en su estructura el grupo carboalcoxi (-COOR). Se consideran derivados de los ácidos carboxílicos. Presenta como fórmula general:

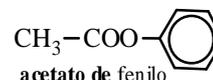
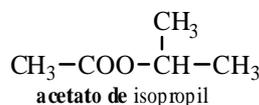
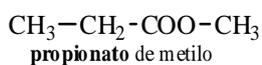


Donde R y R' pueden ser grupos alquilo o arilo.

Existen dos sistemas para nombrar a los ésteres, a saber:

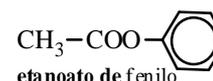
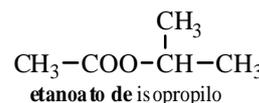
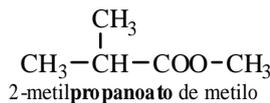
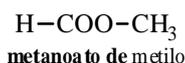
P *Sistema Común*

Se nombran en base al ácido de procedencia cambiando la terminación "ico" por "ATO" seguido del radical R. Por ejemplo:

P *Sistema IUPAC*

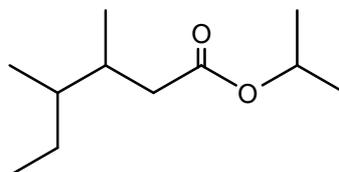
Se cambia la terminación "oico" por "ato" y luego se nombra el radical que sustituyo al hidrógeno.

Por ejemplo:



Ejercicio:

Nombrar el compuesto representado por la siguiente fórmula estructural:



Solución:

Cadena principal: la de mayor longitud (6 carbonos), hexanoato de *isopropilo*.

Numeración: Comienza por el carbono del grupo funcional.

Sustituyentes: dos grupos metil en posición 3, 4.

Nombre: 3, 4-dimetilhexanoato de isopropilo

Propiedades Físicas

- § Debido a su incapacidad para formar enlaces puente de hidrógeno, los ésteres tienden a ser líquidos con punto de ebullición mucho más bajos que los de los ácidos carboxílicos de pesos moleculares similares.
- § Los primeros términos son medianamente solubles en el agua; los termino superiores son insolubles, pero tanto unos como los otros se disuelven en el alcohol, cloroformo, éter, etc.
- § La mayoría de ésteres simples son sustancias de olor agradable. Son responsables de los sabores y las fragancias de la mayoría de los frutos y las flores y muchos de los ingredientes y condimentos afrutados artificiales que se usan en dulces y helados.
- § En general, los ésteres de los ácidos orgánicos son excelentes disolventes de compuestos apolares. El acetato de etilo es un disolvente excelente que da su olor característico a muchos barnices de uñas.

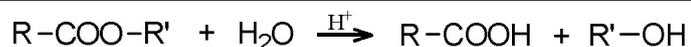
| Éster | Fórmula | Olor a: |
|-------------------------|---|----------|
| Acetato de isoamilo | CH ₃ -COO-C ₅ H ₁₁ | Plátano |
| Butirato de etilo | C ₃ H ₇ -COO-C ₂ H ₅ | Piñas |
| Isovalerato de isoamilo | C ₄ H ₉ -COO-C ₅ H ₁₁ | Manzanas |
| Antranilato de metilo | C ₆ H ₄ (NH ₂)(COOCH ₃) | uvas |
| Acetato de octilo | CH ₃ -COO-C ₈ H ₁₇ | Naranjas |

Propiedades Químicas

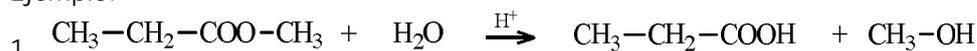
Algunas de sus reacciones principales son:

a) Hidrólisis

Por calentamiento con agua, los ésteres se descomponen en el alcohol y el ácido que los formaron:



Ejemplo:



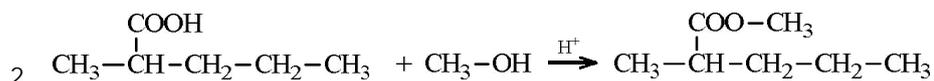
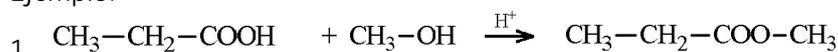
Métodos de obtención

a) A partir de ácidos carboxílicos y alcoholes

Los ácidos reaccionan con los alcoholes dando lugar a unos compuestos de olor de frutas muy agradable, llamados ésteres:



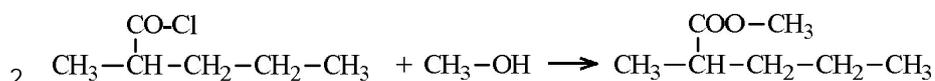
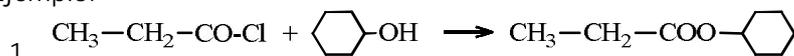
Ejemplo:



b) A partir de cloruros de ácido



Ejemplo:



R

Los Ésteres son compuestos orgánicos derivados de ácidos orgánicos o inorgánicos oxigenados en los cuales uno o más protones son sustituidos por grupos orgánicos alquilo.

N

Compuesto químico: sustancia formada por la combinación de dos o más elementos.

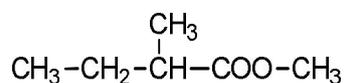


C

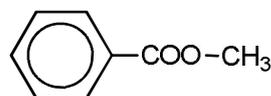
Etimológicamente, la palabra "éster" proviene del alemán Essig-Äther (éter de vinagre), como se llamaba antiguamente al acetato de etilo.

1. Dar nombre IUPAC a los siguientes compuestos:

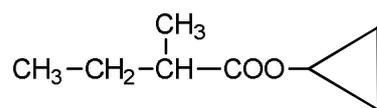
a)



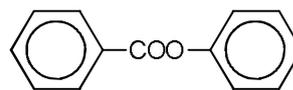
b)



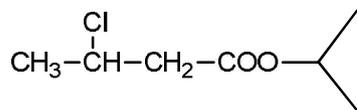
c)



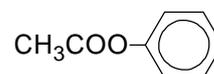
d)



e)



f)



2. Dibuja las estructuras moleculares correspondientes a los compuestos orgánicos que te presentamos.

a) Propanoato de etilo

b) Benzoato de etilo

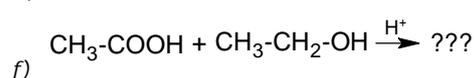
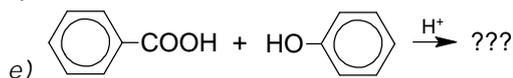
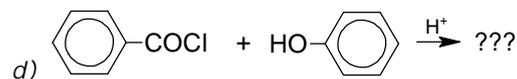
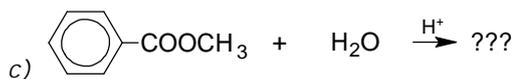
c) Acetato de fenilo

d) Etanoato de etilo

e) Butanoato de ciclopropilo

f) Butirato de etilo

3. Complete las siguientes reacciones, formulando y nombrando el producto principal

a) Etanoato de metilo + $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ à ???b) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH}$ à ???

BIBLIOGRAFÍA

- 1 CAREY, Francis A. "Química Orgánica". Editorial Mc. Graw Hi. 6° edición. Mexico 2006.
- 1 CHANG, Raymond. "Química". Editorial Mc. Graw Hill Interamericana editores S.A. 6ta edición. Mexico D. F. 1998.
- 1 MORRISON, Robert y BOY, Robert. "Química Orgánica". Editorial Fondo educativo Interamericano S.A. E.U.A 1996.
- 1 PINE, Stanley y otros. "Química Orgánica". Editorial Mc. Graw Hill. 2° edición. Mexico 1990.

ANEXO

| Grupo funcional | Nombre como sufijo | Nombre como prefijo |
|----------------------------|---|---------------------|
| Grupos principales | | |
| Ácidos carboxílicos | ácido -oico ácido -carboxílico | carboxi |
| Anhídridos de ácido | anhídrido -oico anhídrido -carboxílico | — |
| Ésteres | -oato -carboxilato | alcoxicarbonilo |
| Tioésteres | -tioato -carbotoiato | alquiltiocarbonilo |
| Haluros de ácido | haluro de -oilo haluro de -carbonilo | halocarbonilo |
| Amidas | -amida -carboxamida | carbamoilo |
| Nitrilos | -nitrilo -carbonitrilo | ciano |
| Aldehídos | -al -carbaldehído | oxo |
| Cetonas | -ona | oxo |
| Alcoholes | -ol | hidroxi |
| Fenoles | -ol | hidroxi |
| Tioles | -tiol | mercapto |
| Aminas | -amina | amino |
| Iminas | -imina | imino |
| Éteres | éter | alcoxi |
| Sulfuros | sulfuro | alquiltio |
| Disulfuros | disulfuro | — |
| Alquenos | -eno | — |
| Alquinos | -ino | — |
| Alcanos | -ano | — |
| Grupos subordinados | | |
| Azidas | — | azido |
| Haluros | — | halo |
| Compuestos nitro | — | nitro |

^aLos grupos principales se enlistan en orden de prioridad decreciente; los grupos subordinados no tienen orden de prioridad.

Tabla 2. Efecto de los sustituyentes en la segunda sustitución aromática.

| Sustituyente | Reactividad | Efecto orientador | Efecto inductivo | Efecto de resonancia |
|---|--------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| -CH ₃ | Activador | Orto, para | Donador débil | — |
| -OH, -NH ₂ | Activador | Orto, para | Atractor débil | Donador poderoso |
| -F, -Cl -Br, -I | Desactivador | Orto, para | Atractor poderoso | Donador débil |
| -NO ₂ , -CN, -CHO, -CO ₂ R -COR, -CO ₂ H | Desactivador | Meta | Atractor poderoso | Atractor poderoso |