

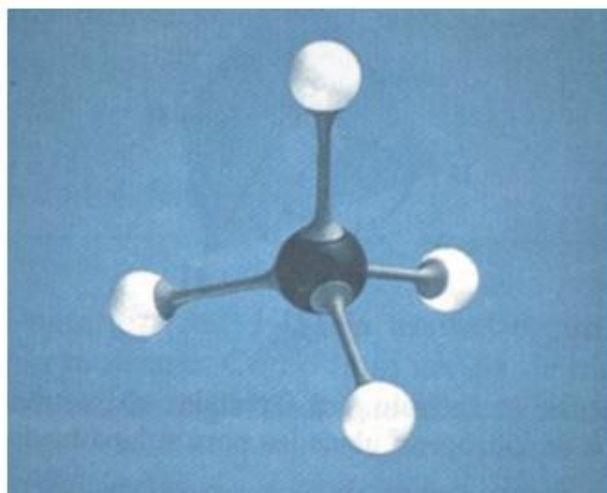


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Ingeniero Néstor René Ledesma

1958 - 2008 *Cincuentenario de la creación
de la Primera Facultad de Ciencias Forestales
en la República Argentina*

CATEDRA DE
QUIMICA ORGANICA Y BIOLÓGICA

GUÍA TEÓRICO PRACTICA DE PROBLEMAS Y EJERCICIOS DE QUÍMICA ORGÁNICA



Dra. Evangelina GONZALEZ

Ing. Adriana CORZO

Colaboradora:

Vanina CHIFARELLI

Marzo de 2009

Presentación

Este material esta dirigido a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero y corresponde a la programación de las asignaturas que se dictan en la cátedra de Química Orgánica y Biológica.

La serie esta organizada en guías de problemas y ejercicios relacionados con los conceptos básicos de Química Orgánica. En cada tema se incluyen breves reseñas teóricas las cuales simplemente resumen los conceptos previamente desarrollados en las clases teóricas. Los problemas y ejercicios están seleccionados con la intención de facilitar la comprensión y asimilación de los diferentes temas, abarcando desde los conceptos básicos: estructura atómica, orbitales, etc., pasando por cada uno de los grupos funcionales y haciendo hincapié en sus estructuras y su relación con las propiedades físicas y química que presentan.

Resulta importante aclarar que este material no pretende ser, ni reemplazar, los libros de texto recomendados por la cátedra, simplemente sirve como guía de estudio y ejercitación para los estudiantes.

Antes de finalizar solo resta mencionar algunas recomendaciones a tener en cuenta acerca de cómo estudiar Química Orgánica:

- ✓ *Mantenerse al día con la asignatura:* en esta asignatura cada tema esta relacionado con el anterior, no se podrá aprender conceptos nuevos sin comprender lo anterior.
- ✓ *Aprovechar de manera efectiva las prácticas de laboratorio*
- ✓ *Resolver **todos** los ejercicios propuestos* y complementarlos con ejercicios que se pueden encontrar en los textos recomendados.
- ✓ *Tener una **participación activa** durante el desarrollo de las clases.*
- ✓ *Aprovechar la ayuda que le pueden brindar la cátedra.*
- ✓ *No memorizar:* no se aprende lo que no se entiende.

Por ultimo, solo cabe expresar el deseo de que este material sea útil y cumpla con los objetivos propuestos como así también dejar una puerta abierta a sugerencias y/o correcciones que desde ya serán agradecidas.

La cátedra

TABLA DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN.....	2
TEMA: INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA ORGÁNICA	5
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	5
PROBLEMAS Y EJERCICIOS	12
GUÍA N° 2	18
TEMA: ALCANOS	18
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	18
PROBLEMAS Y EJERCICIOS	20
GUÍA N° 3	25
TEMA: HALOGENUROS DE ALQUILO	25
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	25
PROBLEMAS Y EJERCICIOS	26
GUÍA N° 4	31
TEMA: ALQUENOS Y ALQUINOS	31
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	31
PROBLEMAS Y EJERCICIOS	34
GUÍA N° 5	40
TEMA: HIDROCARBUROS AROMATICOS	40
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	40
PROBLEMAS Y EJERCICIOS	42
GUÍA N° 6	47
TEMA: ALCOHOLES Y FENOLES	47
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	47
PROBLEMAS Y EJERCICIOS	49
GUÍA N° 7	55
TEMA: ETERES	55
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	55
PROBLEMAS Y EJERCICIOS	56
GUÍA N° 8	58
TEMA: ALDEHIDOS Y CETONAS	58
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	58
PROBLEMAS Y EJERCICIOS	61
GUÍA N° 9	64
TEMA: ACIDOS Y DERIVADOS DE ACIDOS	64
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	64
PROBLEMAS Y EJERCICIOS	67
GUÍA N° 10	71
TEMA: COMPUESTOS NITROGENADOS	71
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	71
PROBLEMAS Y EJERCICIOS	73
BIBLIOGRAFÍA	76
TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS	77

ORDEN DE PRIORIDAD DE GRUPOS FUNCIONALES..... 78

Guía N° 1

Tema: INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA ORGÁNICA

Objetivos:

- Analizar los conceptos fundamentales de la química orgánica.
- Identificar los enlaces en las moléculas orgánicas.
- Distinguir entre los diferentes tipos de fuerzas que interactúan, en las moléculas orgánicas y su influencia sobre las propiedades físicas (punto de fusión, ebullición y solubilidad).
- Familiarizarse con las diferentes formas de representación de las moléculas orgánicas

Introducción teórica

La química **orgánica** es la química del carbono y de sus compuestos. Los seres vivos estamos formados por moléculas orgánicas, proteínas, ácidos nucleicos, azúcares y grasas. Todos ellos son compuestos cuya base principal es el carbono. La química Orgánica esta presente en la vida diaria. Estamos formados y rodeados por compuestos orgánicos. Casi todas las reacciones de la materia viva involucran compuestos orgánicos. Es imposible comprender la vida, al menos desde el punto de vista físico, sin saber algo sobre química orgánica.

Conceptos fundamentales

❖ Estructura electrónica de los átomos

Los átomos tienen un núcleo pequeño y denso rodeado por electrones. El núcleo está cargado positivamente y contiene la mayor parte de la masa del átomo. Está formado por protones, con carga positiva, y neutrones, neutros. La carga positiva está balanceada por la carga negativa de los electrones.

Para describir la configuración de un átomo se utiliza:

Numero atómico (Z): igual al número de protones (y electrones) del núcleo

Peso Atómico o Número Másico (A): igual a la suma del número de protones y neutrones.

Ambos números se encuentran en la tabla periódica.

❖ Formulas electrón-punto o formulas de Lewis

Las estructuras de Lewis son representaciones adecuadas y sencillas de iones y compuestos, que facilitan el recuento exacto de electrones y constituyen una base importante para predecir estabildades relativas. En una estructura de Lewis cada electrón de valencia se simboliza por un punto. Un par de puntos o una línea representa un par de electrones.

❖ Enlace: tipos

Los átomos, al formar compuestos químicos, tienden a alcanzar una capa llena de electrones, o sea la configuración del gas noble inmediato (**regla del octeto**).

La forma en la que alcanzan el octeto electrónico origina los dos tipos de enlace que existen en los compuestos químicos:

Enlace iónicos: implica la **transferencia** uno o más electrones **de valencia**

Enlace covalente: implica compartir uno o más electrones de valencia

¿Se puede predecir el tipo de enlace presenten en un compuesto? Si, los enlaces iónicos se dan entre elementos cuyas diferencia de electronegatividad (capacidad de un elemento para atraer electrones) es igual a dos o más. Los enlaces covalentes se dan entre elementos cuyas diferencias de electronegatividad van desde cero hasta valores menores a dos. A continuación se muestra la **tabla de electronegatividades** de los elementos:

H 2.1

Grupo 1 A	Grupo 2 A
Li 1.0	Be 1.5
Na 0.9	Mg 1.2
K 0.8	Ca 1.0
Rb 0.8	Sr 1.0
Cs 0.7	Ba 0.9

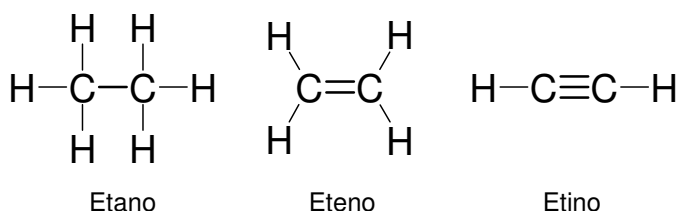
Grupo 3 A	Grupo 4 A	Grupo 5 A	Grupo 6 A	Grupo 7 A
B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8
In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5
Tl 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.1

❖ El Carbono y el enlace covalente

Analizando la estructura electrónica del carbono puede verse que presenta cuatro electrones de valencia (electrones de la capa externa o último nivel energético):

Carbono: $Z = 6$ electrones $C: 1s^2 2s^2 2p^2$

Con estos cuatro electrones los átomos de carbono tienen la mitad del octeto electrónico. Como no son capaces ni de ganar cuatro electrones más ni de perder los que tienen, comúnmente forma enlaces covalentes y comparte electrones con otros átomos o entre sí mediante enlaces simples, dobles o triples.

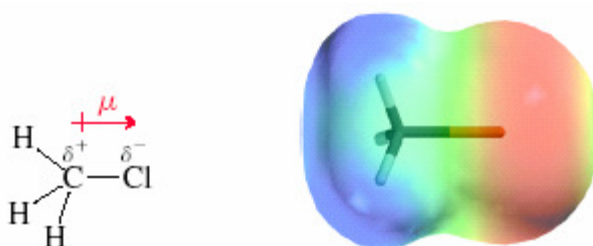


Los enlaces covalentes no solo se forman entre átomos idénticos (C-C) sino también entre átomos diferentes (C-H, C-Cl) que no difieren mucho en su electronegatividad. De acuerdo con esto los enlaces covalente pueden ser de dos tipos:

Enlaces covalentes apolares: donde los electrones compartidos son igualmente atraídos por ambos núcleos y la molécula resultante no presenta distribución apreciable de cargas.

Enlaces covalentes polares: donde los electrones compartidos son atraídos de modo diferente por los dos núcleos y por lo tanto la molécula presenta una zona de carga negativa y una zona cargada positivamente sobre el otro.

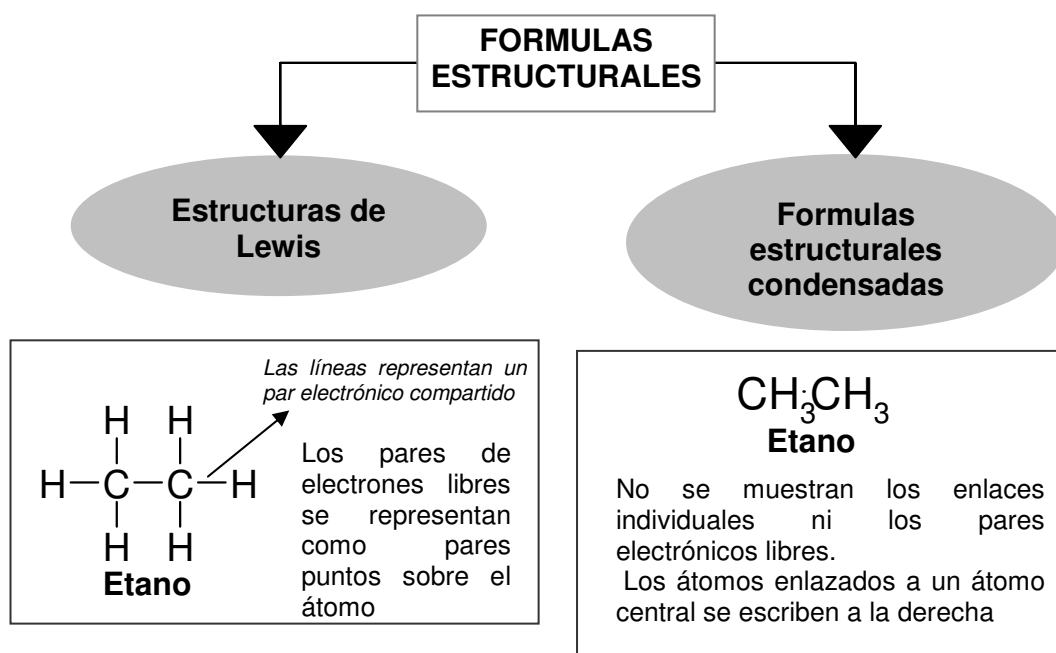
Se forma, entonces, un dipolo eléctrico que puede representarse de la siguiente manera:



Los símbolos δ^+ y δ^- se utilizan para indicar los extremos positivos y negativos de las moléculas y se conocen como “*densidad de carga parcial*” (no es una carga eléctrica formal). El vector μ se conoce como “*vector momento dipolar*” y apunta siempre hacia el extremo negativo del dipolo.

❖ Representación de las moléculas orgánicas

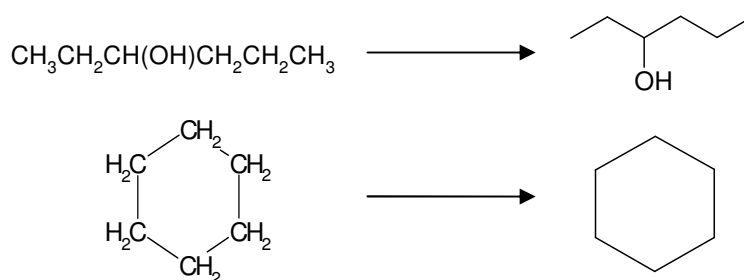
En química orgánica existen diferentes maneras de representar las moléculas. En el esquema se resumen las dos formas principales:



Otra forma, especialmente para compuestos cíclicos (anillos) y ocasionalmente para los cíclicos utiliza líneas y ángulos.

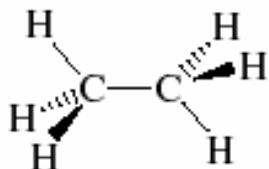
Los enlaces se representan con líneas, y en cada extremo se supone que se encuentran los átomos de carbono.

Se muestran los átomos de nitrógeno, oxígeno, halógeno, etc., excepto los hidrógenos



Representación tridimensional de moléculas orgánicas

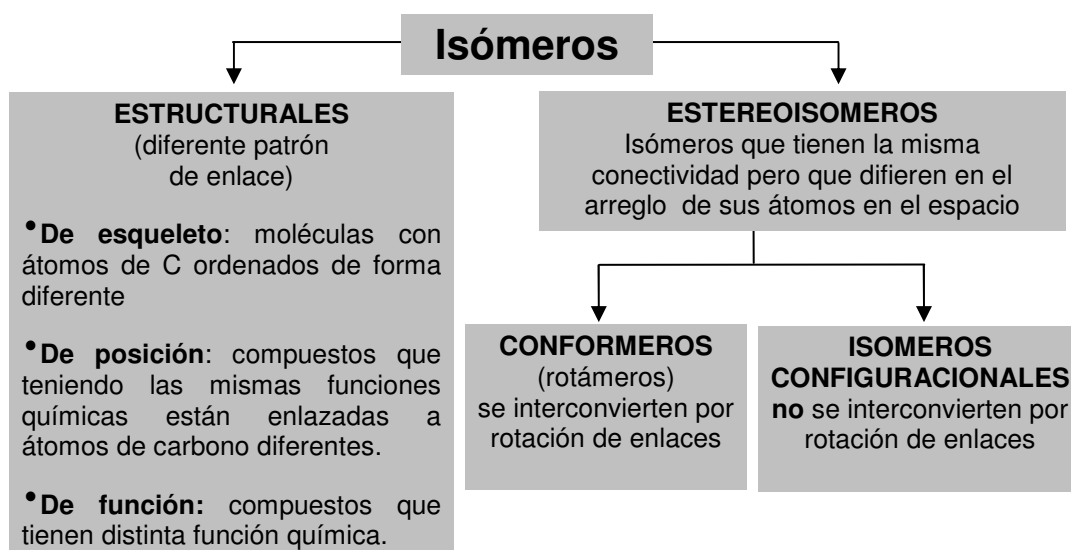
En muchos casos, especialmente donde se quiere mostrar la forma en la que reaccionan las moléculas (*mecanismos de reacción*) es necesario y útil representar la posición en el espacio de los átomos en una molécula. Para ello existe lo que se conoce como **representación de cuñas y líneas**:



Donde la **cuña punteada** representa la posición de un átomo detrás del plano del papel. La **cuña llena** representa la posición delante del plano del papel y las **líneas** corresponden al plano del papel.

❖ Isomería

La fórmula molecular de una sustancia indica el número de átomos diferentes que están presentes, pero la fórmula estructural indica la manera que están ubicados dichos átomos. En algunas ocasiones es posible acomodar los mismos átomos en más de una forma. Las moléculas que contienen el mismo tipo y número de átomos, pero con diferentes ordenamientos, se llaman **isómeros**. **Estos compuestos pueden diferir en sus propiedades físicas (por ejemplo en el punto de ebullición), como así en la forma en la que reaccionan frente a un mismo compuesto (sus propiedades químicas)**. Existen muchas clases de isomería, en el esquema se resumen los diferentes tipos de isómeros:



❖ Resonancia

Existen ciertas moléculas en las cuales es posible escribir dos o más estructuras de Lewis que difieren únicamente en la posición **de los electrones**. Ante esta situación: ¿Cuál es la estructura correcta de la molécula? En realidad la molécula suele mostrar características de todas las estructuras posibles las cuales se conocen como **estructuras resonantes** y se dice que la molécula es un **híbrido de resonancia** de las estructuras resonantes.

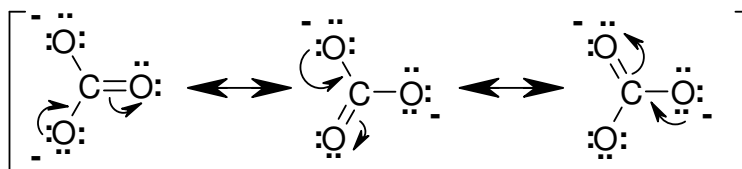
Las estructuras de resonancia permiten saber, de forma cualitativa, la estabilización que puede conseguir una molécula por deslocalización electrónica. Cuanto mayor sea el número de estructuras resonantes mediante las que se pueda describir una especie química mayor será su estabilidad.

¿Cómo se escriben las estructuras de resonancia?

Para dibujar correctamente las estructuras resonantes de un compuesto conviene seguir las siguientes reglas:

1. Dibujar una estructura de Lewis para el compuesto en cuestión sin olvidar los pares de electrones no compartidos (los que no participan en el enlace).
2. Tomando como base la estructura de Lewis acabada de dibujar se dibuja otra estructura de Lewis de manera que:
 - a) Todos los núcleos mantengan su posición original.
 - b) Se mantenga el mismo número de electrones apareados.

A continuación se aplican estas reglas para el dibujo de las estructuras resonantes del ion carbonato:



Las flechas **curvas** muestran el **movimiento de los electrones**, comienzan en la posición inicial de los electrones y terminan en su posición final. (*el movimiento va hacia el átomo más electronegativo*), en este caso el oxígeno.

Las **flechas directas con doble punta** indican que son estructuras de resonancia (no confundir con equilibrio ni reacción).

❖ **Fuerzas intermoleculares**

Los puntos de fusión, ebullición y solubilidad de los compuestos orgánicos dependen del tipo de interacción que exista entre las moléculas. De acuerdo al tipo de moléculas existen diferentes clases de **fuerzas intermoleculares**:

Fuerzas de London: son las únicas fuerzas que unen las moléculas no polares y surge a raíz de la generación de momentos dipolares temporales

Fuerzas dipolo-dipolo: se dan entre moléculas polares y responden a las leyes de la electrostática (los polos positivos atraen a los negativos y viceversa)

Enlaces por puente de hidrógeno: son las que actúan entre moléculas covalentes en las que existen átomos de hidrógeno unidos a átomos especialmente electronegativos (F, O, N).

❖ **Hibridación de orbitales atómicos en el carbono**

Si se analiza la configuración electrónica del carbono se podría pensar que el carbono forma sólo dos enlaces (para completar los orbitales $2p$ parcialmente llenos) o bien, que forma tres enlaces (si algún átomo donara dos electrones al orbital $2p$ vacío). Se sabe, por experiencia, que esta idea es errónea. El carbono por lo general forma *cuatro* enlaces sencillos, y a menudo estos enlaces son todos equivalentes, como en el caso del CH_4 o del CCl_4 .

¿Cómo se puede resolver esta discrepancia entre la teoría y los hechos?

Una solución a esto consiste en mezclar o combinar los cuatro orbitales atómicos de la capa de valencia para formar cuatro orbitales híbridos idénticos, cada uno con un electrón de valencia. Según este modelo, los orbitales híbridos reciben el nombre de **orbitales híbridos**. En los compuestos orgánicos existen tres tipos de orbitales híbridos:

Orbital híbrido sp^3 : surge de la combinación de un orbital s con tres orbitales p . Un carbono unido a **cuatro** átomos siempre tendrá hibridación sp^3 y una estructura **tetraédrica**, con cuatro orbitales sp^3 dirigidos a los vértices de un tetraedro (ángulos de enlace de 109.5°)

Orbital híbrido sp^2 surge de la combinación de un orbital s con dos p . Un carbono unido a **tres** átomos, que mantiene un **doblo enlace** con uno de ellos, siempre tendrá hibridación sp^2 y una geometría trigonal plana, con tres orbitales sp^2 dirigidos a los vértices de un triángulo (ángulos de enlace de 120°)

Orbital híbrido sp : surge de la combinación de un orbital s con un p . Un carbono unido a **dos** átomos, que mantiene un **triple** enlace con uno de ellos, siempre tendrá una hibridación sp y una estructura lineal.

❖ **La visión orbital de los enlaces: orbitales moleculares**

Según la visión orbital del enlace, los átomos se acercan el uno al otro de tal modo que sus orbitales atómicos pueden *superponerse* formando orbitales **moleculares**. Al igual que los orbitales atómicos, cada **orbital molecular** puede contener como máximo dos electrones. Dependiendo de la manera en que los orbitales atómicos se superponen existen dos tipos de orbitales moleculares:

Enlace sigma (σ): se extiende a lo largo del eje que une dos átomos. Presentan simetría cilíndrica y máxima densidad electrónica a lo largo de la línea que conecta los núcleos

Enlace pi (π): resulta de la superposición lateral de dos orbitales p orientados perpendicularmente a la línea que conecta los núcleos. Presenta máxima densidad electrónica por encima y debajo de la línea que conecta los núcleos

Un enlace sencillo o simple contiene únicamente enlaces σ . Un **doblo enlace** requiere la presencia de 4 electrones. El primer par de electrones origina un enlace σ el segundo forma un enlace π . Un **enlace triple** (6 electrones) implica un enlace σ y dos enlaces del tipo π .

Problemas y ejercicios

1. Consultando la tabla periódica escriba la estructura electrónica de: Li, Al, P, Ar e indique número de electrones de valencia.

2. Indique, para cada uno de los siguientes elementos, cuántos electrones de valencia y valencia principal

a. oxígeno

b. hidrógeno

c. fluor

d. nitrógeno

e. azufre

f. carbono

3. Indique el número de electrones de valencia para cada uno de los siguientes átomos. Utilice los diagramas de Lewis.

- a) carbono b) flúor c) silicio.
d) boro e) azufre f) fósforo.

4. Indique, para cada uno de los siguientes elementos:

- a) cuántos electrones de valencia tiene
b) su valencia principal:
i) oxígeno ii) hidrógeno
iii) nitrógeno iv) cloro

5. Escriba las estructuras de Lewis de:

- a. Amoníaco (NH_3) f. 2-propanol ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$)
b. Etilamina ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$) g. Acido cianhídrico (HCN)
c. Fluorometano (CH_3F) i. $\text{C}_2\text{CH}_3\text{Cl}$ (un enlace doble)
d. Dimetileter (CH_3OCH_3) j. C_3H_4 (un enlace triple)
e. Propano ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$)

Identifique, cuando corresponda, los electrones no compartidos

6. Utilizando la Tabla de electronegatividades diga cual será la carga que llevará cada uno de los siguientes elementos cuando reacciona para formar un compuesto iónico: Al, Li, S, H.

7. Utilizando la Tabla de electronegatividades diga cual es el elemento más electropositivo de cada par:

- a)** sodio o aluminio **b)** boro o carbono **c)** boro o aluminio.

8. Consultando la Tabla de electronegatividades y determine cual es el elemento más electronegativo de cada par:

- a)** oxígeno o flúor **b)** oxígeno o nitrógeno **c)** flúor o cloro.

9. De acuerdo con la posición del carbono en la Tabla de electronegatividades, ¿esperaría usted que fuera electropositivo o electronegativo?

10. Utilizando la tabla de electronegatividades de Pauling prediga los momentos bipolares de los siguientes enlaces:

- a. C-Cl b. C-O c. C-N
d. N-Cl e. N-O f. N-S₃

11. La longitud del Cl-Cl es de 1,98 Å. ¿Cuál longitud será mayor, la de un enlace C-C en el etano o la del enlace C-Cl en el cloroetano?

12. Clasifique las siguientes sustancias como iónicas o covalentes, según la posición relativa de los elementos en la tabla periódica:

- a. NaF b. F₂ c. MgCl₂ d. P₂O₅
 e. S₂Cl₂ f. LiCl g. ClF h. SiCl₂

13. Las moléculas que contienen enlaces covalentes polares tienen típicamente regiones de carga positiva y negativa y, por lo tanto, son polares. Sin embargo, algunas moléculas que contienen enlaces covalentes polares son no polares. Explique cómo es posible esto.

14. Cuando se trata una solución de sal (cloruro de sodio) con una solución de nitrato de plata se forma, inmediatamente, un precipitado blanco. Cuando el tetraclorometano se agita con una solución acuosa de nitrato de plata no se forma ningún precipitado. Explique estos hechos en función del tipo de enlace presente en los dos cloruros.

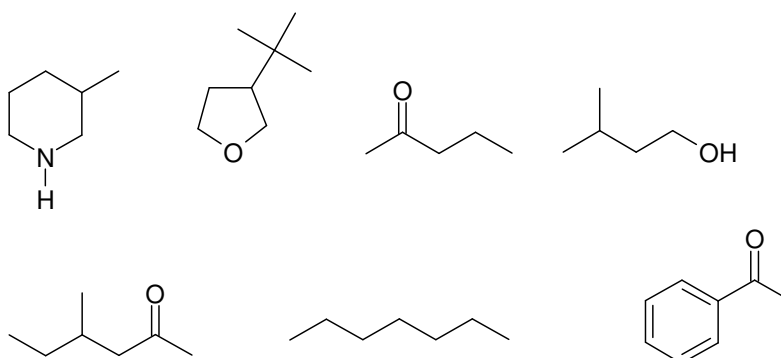
15. Dibuje la fórmula tridimensional del metanol (CH₃OH) e indique, donde sea pertinente, la polaridad del enlace mediante el vector momento dipolar

16. De acuerdo a la polaridad de los enlaces en el ácido acético: CH₃COOH, ¿cuál hidrógeno esperaría que fuera más ácido?

17. Escriba la fórmula estructural completa y una fórmula estructural condensada para:

- a. Tres compuestos de fórmula C₃H₈O
 b. cinco compuestos de fórmula C₃H₆O

18. Transforme las siguientes fórmulas de líneas en fórmulas de Lewis:



19. Dibuje las fórmulas estructurales para los siguientes compuestos: **a).** CH₂Cl₂ (diclorometano o cloruro de metileno); **b).** CHCl₃ (triclorometano o cloroformo).

20. Escriba una estructura para los siguientes compuestos utilizando líneas para los enlaces y las valencias: **a.** CH_3N **b.** CH_4O

21. Escriba una fórmula estructural que muestre todos los enlaces para cada una de las siguientes fórmulas abreviadas:

a. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ **b.** $\text{Cl}_2\text{C}=\text{CCl}_2$

22. Escriba una fórmula estructural para cada uno de los siguientes compuestos. Utilice una línea para representar cada enlace sencillo, y puntos para los pares electrónicos no compartidos:

a. CH_3F **b.** C_3H_8 **c.** CH_3NH_2 **d.** CH_2O

23. Dibuje una fórmula estructural para cada una de las siguientes moléculas covalentes. ¿Cuáles enlaces son polares? Indique dicha polaridad y coloque en forma apropiada los símbolos δ^+ y δ^- :

a. Cl_2 **b.** SO_2 **c.** CH_4 **d.** CH_3Cl **e.** CH_3OH

24. Dibuje tres estructuras diferentes para la fórmula C_4H_8 que contenga un doble enlace carbono-carbono

25. Escriba la fórmula para los tres isómeros posibles de $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$.

26. Escriba las fórmulas para los isómeros posibles de C_5H_{12} .

27. Dibuje las fórmulas estructurales para todos los isómeros posibles que tengan cada una de las siguientes fórmulas estructurales:

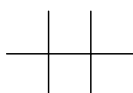
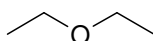
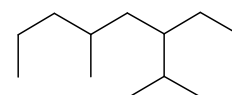
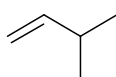
a. C_3H_6 **b.** $\text{C}_4\text{H}_9\text{I}$ **c.** $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2$ **d.** $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

28. Para cada una de las siguientes fórmulas estructurales abreviadas escriba una fórmula estructural que muestre todos los enlaces:

a. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ **b.** $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3$

c. $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ **d.** $\text{CH}_3\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$

29. Escriba las fórmulas estructurales que corresponden a las siguientes estructuras abreviadas y muestre el número correcto de hidrógenos unidos a cada carbono:

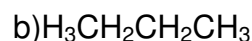


30. Diga cual es el error, de haberlo, en el siguiente arreglo de electrones para el dióxido decarbono: $:O::C::O$

31. La fórmula del metanal (formaldehído) es H_2CO . Dibuje una fórmula que muestre el arreglo de los electrones de valencia

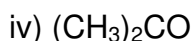
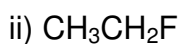
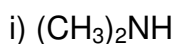
32. Dibuje las fórmulas de punto-electrón para los dos contribuyentes a la estructura del híbrido de resonancia del ión nitrito: NO_2^- (cada oxígeno está unido al nitrógeno). ¿Cuál es la carga sobre cada oxígeno, en cada uno de los contribuyentes y en la estructura del híbrido? Utilice flechas curvas para mostrar como se mueven los pares electrónicos para interconvertir las dos estructuras.

33. En los compuestos que se muestran a continuación: ¿Cuál será más soluble en agua? ¿Cual tendrá mayor punto de ebullición? ¿Por que?



34.a) Dados los siguientes compuestos, formule estructuras en las que se muestren los enlaces de hidrógeno (si los hay) que cabría esperar en los compuestos puros en estado líquido.

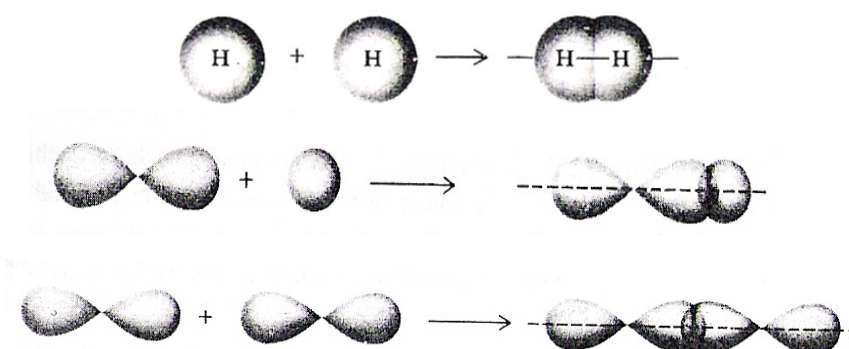
b) Indique cuales de ellos pueden formar enlace de hidrógeno con agua. Explique.



35. En los siguientes gráficos identifique:

a) tipo de orbital atómico

b) tipo de orbital molecular formado



36. Marque la respuesta correcta

En la hibridación sp^3 se mezclan:

a) 2 orbitales s y uno p

- b) 2 orbitales p y uno s
- c) 1 orbital s y 3p
- d) 1 orbital p y 3 orbitales s
- e) Ninguna de las anteriores

37. Marque la opción correcta:

Cuando el carbono se halla comprometido en un triple enlace presenta

- a) Estado fundamental
- b) Hibridación tetraédrica
- c) Hibridación digonal
- d) Hibridación trigonal

38. ¿Cuántos orbitales sigma y cuántos orbitales pi se encuentran en un enlace doble?

- b) Esquematice el modelo de orbital para un enlace simple, doble y triple, indique tipo de hibridación, tipo de enlaces, ángulos de enlace, etc.

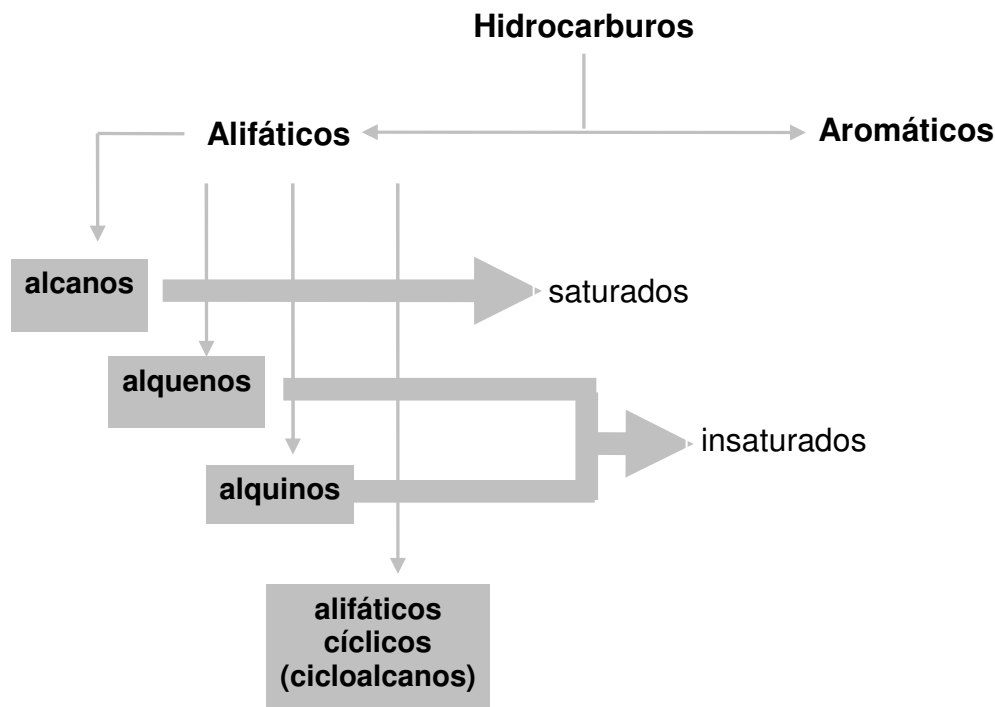
Guía N° 2**Tema: ALCANOS****Objetivos:**

- Identificar los hidrocarburos saturados, particularmente los compuestos más representativos, su estructura y propiedades.
- Formular y nombrar los diferentes tipos de hidrocarburos saturados.

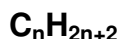
Introducción teórica

Se denominan **Hidrocarburos** a los compuestos orgánicos más sencillos constituidos únicamente por dos elementos: **carbono e hidrógeno**. A su vez, los enlaces covalentes entre los átomos de carbono pueden ser sencillos (compuestos saturados), dobles o triples (compuestos insaturados) como así también las estructuras carbonadas **pueden ser cadenas o anillos**.

A partir de su estructura química pueden dividirse en dos clases: **alifáticos y aromáticos**. Los primeros se subdividen a familias: alcanos, alquenos, alquinos y sus análogos cíclicos.



Alcanos: son hidrocarburos que contienen solamente enlaces simples por lo que se denominan **hidrocarburos saturados**. Su fórmula general es



Los alcanos de cadenas no ramificadas se denominan **alcanos normales**

Cada uno de los miembros de esta serie difiere del siguiente por un grupo **-CH₂-** llamado **metileno**. Para nombrarlos se utiliza la terminación **-ano**

Los no alcanos no ramificados se nombran de acuerdo *al número de átomos de carbono (excepto los 4 primeros)*

CH ₄	metano
CH ₃ CH ₃	etano
CH ₃ CH ₂ CH ₃	propano
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	butano

Para nombrar los alcanos ramificados existen reglas que escapan al objetivo de esta serie y que se describen detalladamente en la serie didáctica: *“Guía de Estudio y Ejercitación sobre Nomenclatura Orgánica”* perteneciente a la Cátedra.

Cicloalcanos: son una clase especial de alcanos con al menos un **anillo** formado con átomos de carbono. Fórmula general: **C_nH_{2n}**

Se nombran colocando el prefijo *ciclo-* al nombre del alcano que corresponda. Ej.: *ciclopropano*

❖ **Propiedades Físicas de los alcanos**

Son moléculas relativamente apolares, insolubles en agua y solubles en solventes apolares (hexano, gasolina, etc.)

Presentan menor punto de ebullición (P_{eb}) que la mayoría del resto de los compuestos orgánicos de PM similar. (Fuerzas de atracción muy débiles)

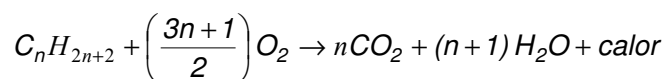
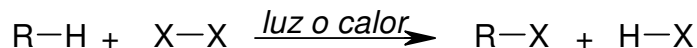
El P_{eb} aumenta con el aumento de la masa molecular y disminuye con la ramificación

❖ **Propiedades Químicas: Reacciones**

ALCANOS

Son relativamente inertes (no reaccionan con ácidos ni con bases, ni con agentes oxidantes ni reductores), razón por la cual son utilizados como disolventes.

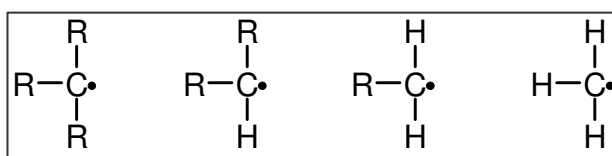
Solo reaccionan con oxígeno y los halógenos

1- Oxidación y combustión:**2- Halogenación:**

Metano, puede tetrahalogenarse $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CCl_4$

Cicloalcanos no sustituidos: (todos los H son equivalentes) se obtiene solo **un producto monohalogenado**

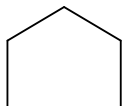
Cadenas lineales: dan mezcla de productos halogenados (predomina el halogenuro terciario por mayor estabilidad del radical libre)

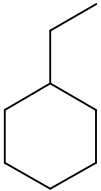
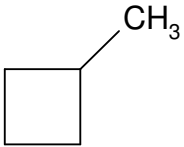
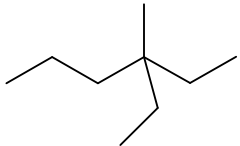
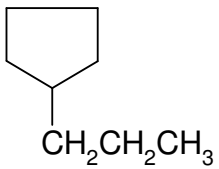


Estabilidades
de los radicales
alquilo

Problemas y ejercicios

1. Nombrar los siguientes compuestos según los sistemas de nomenclatura I.U.P.A.C. y común, de ser posible.

a) $(CH_3CH_2)_4C$
<div style="text-align: center;"> $\begin{array}{ccccccccccc} & & CH_3 & & & & & & & & CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \\ & & & & & & & & & & \\ CH_3- & CH- & CH_2- & CH_2- & CH_2- & CH_2- & CH_2- & CH_2- & CH_2- & CH & \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & CH_2-CH_2-CH_3 \end{array}$ </div>
<div style="text-align: center;"> $\begin{array}{ccccccccccc} & & & & CH_3 & & & & CH_2-CH_2-CH_3 & & \\ & & & & & & & & & & \\ CH_3- & CH_2- & CH- & CH- & CH- & CH_2- & CH_2- & CH_2- & CH_2- & CH_3 & \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & CH_2-CH_3 & & & & & & \end{array}$ </div>
d) 

e)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}}{\text{CH}}-\underset{\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
f)	
g)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
h)	
i)	
j)	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_2}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$
k)	
l)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$

ll)	$\begin{array}{ccccccc} & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & & \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & -\text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - \text{CH}_3 \end{array}$
m)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
n)	
o)	

2. Escribir la estructura correcta de los siguientes compuestos:

- 2-metilpentano
- 4-etil-2,2-dimetilhexano
- 4-metilciclopenteno
- n*-octanol
- 2-metil-butano
- 4-etil-5-isopropil-3,4,7-trimetildecano
- 2,2-dimetil-butano
- ciclopropano
- 1,1,3-trimetilciclohexano
- isobutano
- 3-etilpentano
- 2-ciclopropilpropano
- 2,2-dimetiloctano
- 3-etil-2-metilpentano
- t*-butilmetano

3. ¿Cuántas clases diferentes de hidrógeno hay en cada uno de los siguientes compuestos?

- | | |
|----------------------|----------------------|
| a) 2-metilbutano | b) 2-metilpentano |
| c) 3-metilpentano | d) Hexano |
| e) 2,3-dimetilbutano | f) 2,2-dimetilbutano |

4. Los siguientes son nombres IUPAC incorrectos. Dé los nombres correctos.

- a) 2-isopropil-3-metilhexano
- b) 4-butilpentano

5. Prediga cual de los compuestos siguientes tiene el punto de ebullición mas alto y cual el mas bajo. Justifique sus respuestas.

- | | |
|--|---|
| a) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ | b) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ |
| c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ | d) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$. |

6. El aceite mineral es una mezcla de hidrocarburos de alto peso molecular. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas (**V**) o falsas (**F**):

- a) *el aceite mineral se disuelve en agua.*
- b) *el aceite mineral se disuelve en n-hexano.*
- c) *el aceite mineral se disuelve en solución de NaOH.*
- d) *el aceite mineral se disuelve en solventes orgánicos polares.*

7. Escriba las formulas estructurales de cinco hexanos isómeros y nómbralos.

8. Escriba las estructuras y de un nombre sistemático IUPAC a todas ellas de todos los alcanos isómeros que sean posibles para las fórmulas y condiciones siguientes:

- a) C_8H_{18} , que tenga sólo hidrógenos sobre carbonos primarios.
- b) C_6H_{14} , que tenga un carbono cuaternario.
- c) C_7H_{16} , que tenga un carbono terciario.
- d) C_6H_{14} , que tenga dos carbonos secundarios.

9. ¿Cuál, entre los siguientes, son isómeros estructurales?

- a) 1, 1, 3-trimetilciclopentano y etilciclohexano
- b) 1, 3-dietilciclopentano y 1, 4-dimetilciclohexano

10. Usando proyecciones de Newman dibuje las conformaciones posibles del *n*-butano.

11. Indique cuales de las afirmaciones siguientes son verdaderas (**V**) o falsas (**F**). En este último caso, diga cual es la respuesta correcta.

a) *los compuestos que presentan el mismo patrón de enlace son isómeros estructurales o constitucionales.*

b) *las formas eclipsada y escalonada del etano son isómeros configuracionales o estéreoisómeros.*

c) *el n-butano y el isobutano son isómeros estructurales.*

d) *los isómeros conformacionales se pueden aislar fácilmente unos de otros.*

e) *para interconvertir los isómeros configuracionales es necesario romper enlaces y formar otros nuevos.*

12. Por medio de fórmulas estructurales, escriba las ecuaciones para las siguientes reacciones y nombre los productos orgánicos, cuando corresponda:

a) la combustión completa del heptano.

b) la combustión completa del ciclopentano.

c) la monocloración del butano.

d) la monobromación del ciclohexano.

e) la cloración completa del propano.

13. Escriba todos los pasos del mecanismo de la reacción en cadena por radicales libres para la monocloración del etano. ¿Cuáles serán los subproductos que se formarán, como consecuencia de los pasos finalizadores de la cadena?

14. Escriba las formulas estructurales, indicando los correspondientes nombres, de todos los monobromoderivados del isopentano

15. ¿Qué alcano o alcanos de peso molecular 86 tienen: (a) dos derivados monobromados, (b) tres (c) cuatro, (d) cinco?

Guía N° 3**Tema:** HALOGENUROS DE ALQUILO**Objetivos:**

- Formular y nombrar los diferentes tipos de hidrocarburos halogenados
- Reconocer los halogenuros de alquilo, sus propiedades físicas y químicas.

Introducción teórica

Los **halogenuros de alquilo**: son derivados halogenados de los hidrocarburos en los cuales se ha reemplazado un átomo de hidrogeno por un halógeno. Su formula general es **R-X** donde **R** representa la parte “alquílica” y **X** corresponde al halógeno. Según IUPAC los compuestos orgánicos halogenados se nombran como hidrocarburos sustituidos, ya que no existe ningún sufijo para denominar al halógeno. Ej.: *bromoetano*, *iodopropano*, etc.

❖ Propiedades Físicas

Las halogenuros de alquilo presentan punto de ebullición más alto que los alcanos con el mismo esqueleto de carbono. Los primeros miembros de la serie de los monoalcanos son gaseosos a temperatura ambiente por ejemplo CH₃-Cl, CH₃-Br, CH₃CH₂-Cl. Los demás haluros de alquilo hasta con un C₁₈ son líquidos.

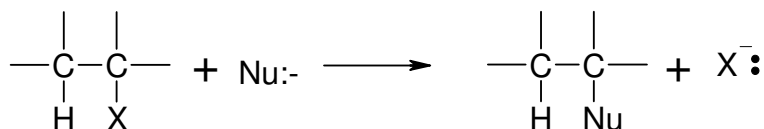
Las haluros de alquilo y arilo son inmiscibles en agua y son buenos disolventes para la mayorías de los compuestos orgánicos

❖ Propiedades Químicas

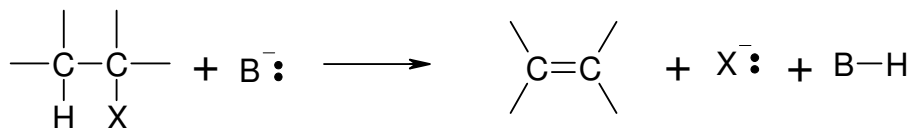
Son compuestos muy versátiles, pueden convertirse fácilmente en la mayor parte de los demás grupos funcionales

Su principal característica es la capacidad del átomo de C del halógeno de **salir con el par compartido** de electrones para formar el ion halogenuro estable.

1- Si un átomo o ion se introduce para reemplazar al ion halogenuro se trata de una reacción de **SUSTITUCION**



2- Cuando el ion halogenuro sale junto con otro átomo o ion (gralmente H^+) se trata de una reacción de **ELIMINACION**



Resumen de reacciones de sustitución para halogenuros de alquilo

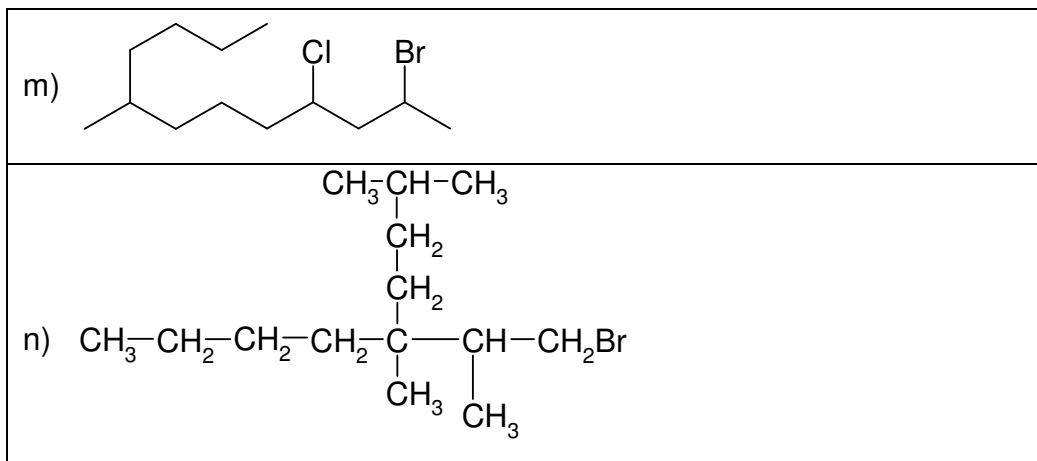
Halogenuro de alquilo	Nucleófilos		Producto
Oxigenados			
RX	Hidroxilo:	HO^-	→ alcohol: ROH
	Alcóxido:	RO^-	→ éter: ROR
	Agua:	HOH	→ alcohol: ROH
	Alcohol:	ROH	→ alcohol: ROH
	Carboxilato:	$RCOO^-$	→ éster: ROCOR
Nitrogenados			
RX	Amoniaco:	NH_3	→ ion alquilamonio: RNH_3^+
	Amina primaria:	RNH_2	→ ion dialquilamonio: RNH_2R^+
	Amina secundaria:	R_2NH	→ ion trialquilamonio: $RNHR_2^+$
	Amina terciaria:	RNR_3^+	→ ion tetraalquilamonio: RNR_3^{+*}
Azufrados			
RX	Ion bisulfuro:	HS^-	→ tiol: R-SH
	Ion mercapturo:	RS^-	→ tioéter: R-SR
	Tioeter:	R_2S	→ ion trialquilsulfonio: $R-SR_2^+$
Halogenados			
RX	Ion halogenuro:	X^-	→ Halogenuro de alquilo: RX
Carbonados			
RX	Cianuro:	$:C \equiv N^-$	→ Cianuro de alquilo: R-CN
	Acetiluro:	$:C \equiv CR^-$	→ Acetileno: $RC \equiv CR$

Problemas y ejercicios

1. Nombre los siguientes compuestos según los sistemas de nomenclatura I.U.P.A.C. y común, de ser posible

a) $CH_3CH(CH_3)CH_2Cl$
b) $CH_3C(CH_3)(I)CH_3$
c) $\begin{array}{ccccccc} & & & Cl & & & \\ & & & & & & \\ CH_3 & - & CH & - & CH_2 & - & CH & - & CH_3 \\ & & & & & & & & \\ & & CH_2CH_3 & & & & & & \end{array}$

d)	
e)	
f)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{I}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$
g)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$
h)	$\text{CH}_3-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$
i)	
j)	
k)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
l)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{Br}$
ll)	



2. Escriba la estructura correcta de los siguientes compuestos.

- a) 2-bromo-3-yodobutano
- b) 1,1-diclorociclopropano
- c) 1,3-diclorohexeno
- d) 2,3-dibromo-1,3-ciclopentano
- e) Clorometano
- f) 2-bromo-5-metilheptano
- g) 1-etil-2-iodociclopentano
- h) 3-cloro-3-metilhexano
- i) 3-cloro-2,4-dimetilpentano
- j) yoduro de etilo
- k) 1,1,2,3-tetrabromo-2,4-dicloropentano
- l) cloroformo
- ll) bromuro de *n*-hexilo
- m) 1,2-dibromociclopropano
- n) 4-etil-2,3-dimetil-5-propilnonano

3. Escriba la estructura del único compuesto terciario que tiene fórmula $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$.

4. Compare, justificando las diferencias, las siguientes propiedades de los halogenuros de alquilo:

- a) momento dipolar
- b) punto de ebullición
- c) solubilidad en agua

5. Marque la respuesta correcta:

Las fuerzas de atracción intermolecular entre halogenuros de alquilo son del tipo:

- *Puente Hidrogeno*
- *Fuerzas de Dispersión de London*
- *Dipolo-dipolo*
- *Ninguna*

6. Identifique el nucleófilo más fuerte:

- CH_3OH
- $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$
- CH_3O^-
- $(\text{CH}_3)_3\text{CO}^-$

7. Marque con una cruz cuales de los siguientes grupos atómicos actúan como nucleófilos.

- a) OH^- b) R-OH c) R-NH_3^+ d) R-NH_2 e) RO^+RH
 f) R-COO^- g) HS^- h) R-I i) $\text{R-C}\equiv\text{C}^-$ j) $\text{R-C}\equiv\text{N}$

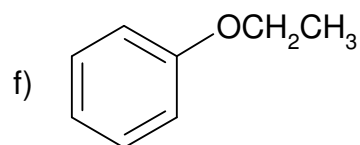
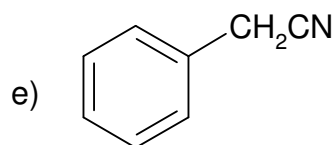
8. Esquematice el mecanismo $\text{S}_{\text{N}}1$ y, en una tabla, enuncie las diferencias existentes entre este mecanismo y el $\text{S}_{\text{N}}2$.

9. Ordenar los siguientes compuestos en el orden creciente de reactividad en una $\text{S}_{\text{N}}2$:

- a) 2-cloro-2-metilbutano b) Cloruro de n-pentilo
 c) Ioduro de n-pentilo d) 2-Cloropentano
 e) Ioduro de metilo

10. Seleccionar el halogenuro de alquilo y el nucleófilo que formarán cada uno de los siguientes productos:

- a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$
 c) $\text{HC}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ d) $(\text{CH}_3)_2\text{-CH-S-CH}(\text{CH}_3)_2$

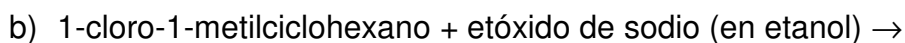


11. Determine el orden de reactividad para los siguientes halogenuros de alquilo:

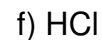
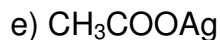
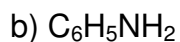
$(\text{CH}_3)_2\text{CH-CH}_2\text{Br}$; $(\text{CH}_3)_3\text{CBr}$ y $\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{-CH}_3$, en reacciones de sustitución con:

- a) NaCN b) Acetona acuosa al 50%

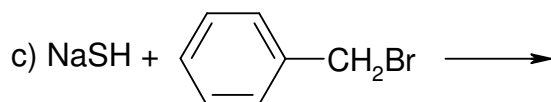
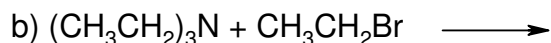
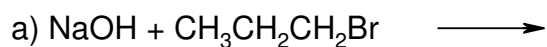
12. Diga que productos se espera obtener y a través de cual mecanismo para cada una de las siguientes reacciones:



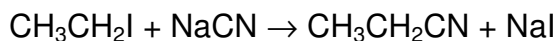
13. Escriba las estructuras de los principales compuestos orgánicos esperados de la reacción del bromuro de *n*-butilo con:



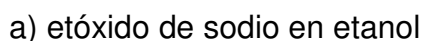
14. Escriba las ecuaciones completas para las siguientes reacciones de sustitución nucleofílica:



15. ¿Cuál de los dos mecanismos: $\text{S}_{\text{N}}1$ ó $\text{S}_{\text{N}}2$, se podría predecir para esta ecuación?



16. Diga cual será el producto de la reacción de 1-bromo-1-metilciclohexanol con:



Guía N° 4**Tema:** ALQUENOS Y ALQUINOS**Objetivos:**

- Identificar los compuestos insaturados.
- Dibujar isómeros geométricos de alquenos
- Estudiar las reacciones principales de los hidrocarburos insaturados

Introducción teórica

Los **alquenos** son compuestos en los cuales existen enlaces carbono-carbono dobles. Estos enlaces **múltiples** son las partes más reactivas de la molécula y se dicen que son los **grupos funcionales** (*definen una familia orgánica*) de las mismas. Su **Formula general es C_nH_{2n}**

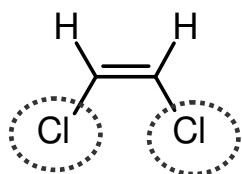
Los hidrocarburos que contienen dobles enlaces se nombran cambiando la terminación **-ano** del alcano de igual número de carbonos por **-eno**.
Ej.: *eteno, buteno*.

Cuando en una misma molécula están presentes dos o más enlaces múltiples, es de utilidad hacer otra clasificación:

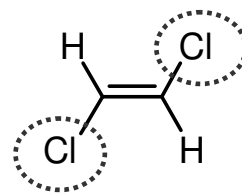
- **acumulados:** enlaces múltiples en carbonos adyacentes
- **conjugados:** enlaces múltiples alternados
- **aislados:** más de un enlace sencillo entre los enlaces múltiples

El doble enlace carbono-carbono no puede rotar, debido a esto muchos alquenos sustituidos muestran isomería geométrica **cis-trans**. Los siguientes son ejemplos de isómeros geométricos.

Para un desarrollo más profundo del tema ver la serie didáctica: *"Estereoisomería Básica"* perteneciente a la Cátedra.



cis-1,2-dicloroetano
p. eb: **60°C**, p. f. -80°C



trans-1,2-dicloroetano
p. eb: **47°C**, p. f. -50°C

Alquinos: Hidrocarburos que contienen enlaces carbono-carbono triples. Se nombran cambiando la terminación **-ano** del alcano de igual número

de carbonos por **-ino**. Ej.: *etino, propino, etc.* Su fórmula general corresponde a: C_nH_{2n-2}

❖ Propiedades Físicas

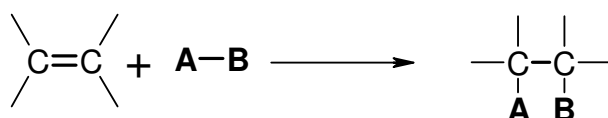
La mayoría de las propiedades físicas son similares a la de los alcanos
El Punto de ebullición aumenta con el aumento de la masa molecular y disminuye con la ramificación

Al igual que los alcanos son moléculas relativamente apolares, insolubles en agua y soluble en solventes apolares (hexano, gasolina, etc)

❖ Propiedades Químicas

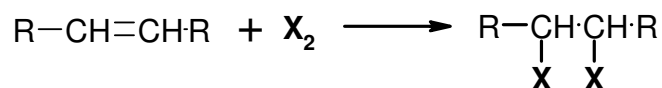
ALQUENOS

Los alquenos reaccionan bajo el mecanismo de **adición**.

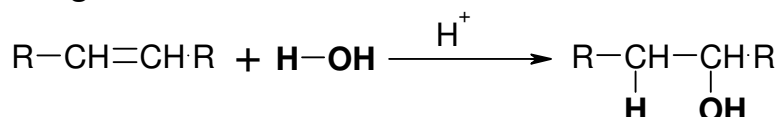


1. Reacciones de adición para alquenos y reactivos simétricos

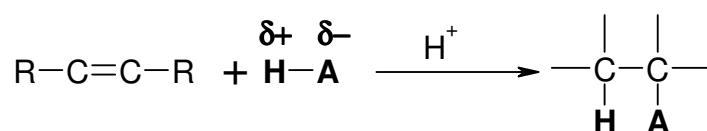
1.a. Adición de halógenos



1.b. Adición de agua



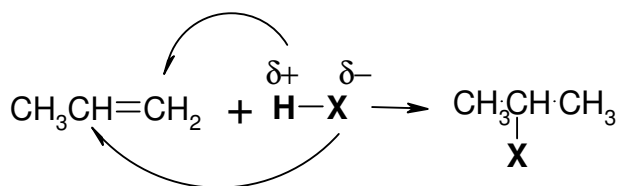
1.c. Adición de ácidos



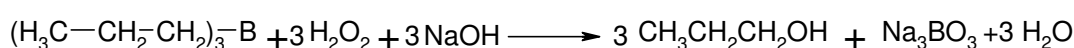
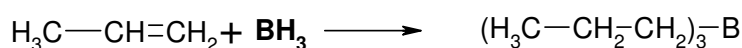
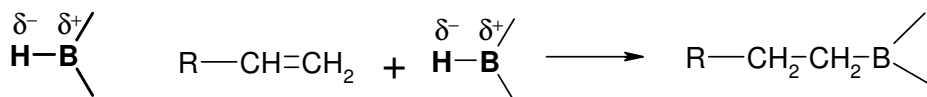
Donde **HA** = HF, HCl, HBr, HI, (H-OSO₃H) y los ácidos carboxílicos orgánicos

2. Reacciones de adición para alquenos y reactivos no simétricos

Regla de Markovnikov: “cuando un reactivo no simétrico se adiciona a un alqueno no simétrico, la parte electropositiva del reactivo se une al carbono del doble enlace que tiene el mayor número de hidrógenos unidos a él” (adaptación de la regla)



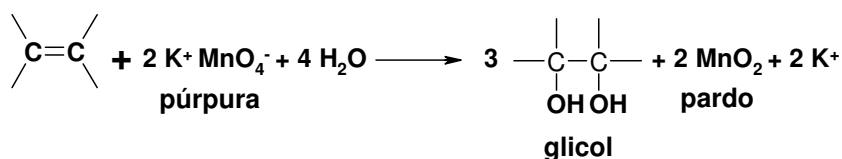
3. Hidroboración de alquenos (*Anti Markovnikov*)



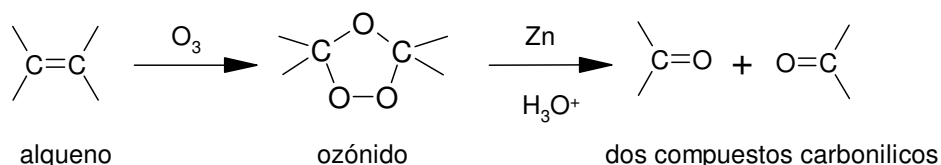
4. Adición de Hidrogeno (alquenos)



5. Oxidaciones de alquenos (dioles)



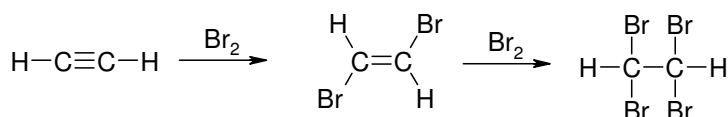
6. Ozonólisis



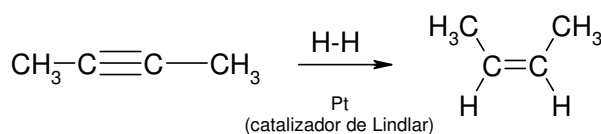
ALQUINOS

Muchas de las reacciones descritas para los alquenos ocurren con los alquinos, aunque mas lentamente

1. Halogenación



2. Hidrogenación

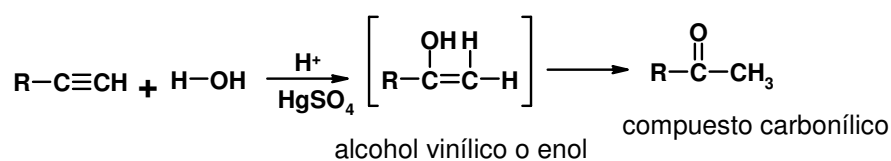


* Si se trata de un catalizador cualquiera la reacción puede llegar a alcanos

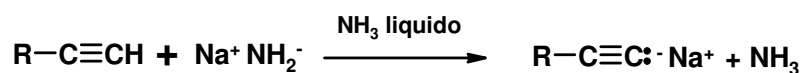
* Si se trata del **catalizador de Lindlar** la reacción se detiene en **alquenos**

3. Adición de agua

Requiere no solo la presencia de un ácido sino también la presencia de ion mercúrico el cual forma un complejo con el triple enlace y lo activa para la adición. El producto inicial, un alcohol vinílico o **enol se reacomoda para dar un compuesto carbonílico.**

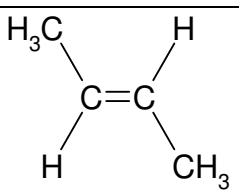
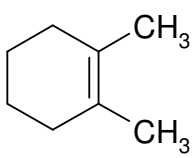


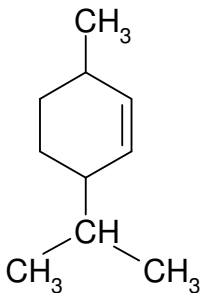
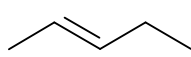
4. Acidez de los alquinos



Problemas y ejercicios

1. Nombrar los siguientes compuestos según los sistemas de nomenclatura I.U.P.A.C. y común, de ser posible

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

f)	
g)	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
h)	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}\equiv\text{CH}$
i)	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$
j)	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$
k)	
l)	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

2. Escriba la estructura correcta de los siguientes compuestos.

- 1,4-ciclohexadieno
- 4-metil-1-pentino
- Bromuro de alilo.
- 1-buten-3-ino
- 2-penten-4-ino
- 2,3-dimetil-2-pentino
- 4-cloro-2,4-dimetil-2-pentino
- 2,3-dimetilciclohexeno
- 3-isopropil-1-hexeno
- 3-isopropil-2,6-dimetil-3-hepteno.

3. Explique por que los siguientes nombres son erróneos, mencione correctamente cada uno de ellos:

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| a. 3-pentino | b. 3-butino |
| c. 2-etil-1-propeno | d. 2-metilciclohexeno |
| e. 3-metil-1,3-butadieno | f. 1-metil-1-buteno |
| g. 3-buten-1-ino | h. 3-pentino-1-eno |

4. Dibujar, según la teoría de orbitales moleculares (a partir de orbitales atómicos), los compuestos siguientes. Designar la hibridación de cada orbital y todos los enlaces según sean σ ó π .

- a) etano b) propeno c) 3-butino

5. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas (**V**) o falsas (**F**).

Dé las respuestas correctas en el último caso:

a) *el doble enlace C=C en alquenos y el triple en alquinos están formados por orbitales moleculares σ exclusivamente.*

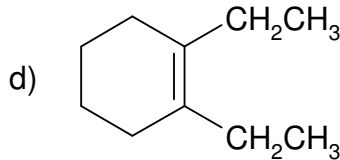
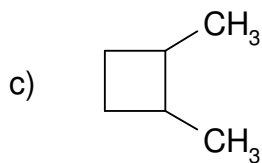
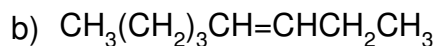
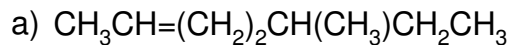
b) *los dobles y triples enlaces son más cortos que los sencillos.*

c) *los átomos de C unidos por dobles y triples enlaces pueden girar libremente alrededor de los mismos.*

d) *los orbitales atómicos de los C unidos por enlaces dobles presentan hibridación sp^3 y su geometría es tetraédrica.*

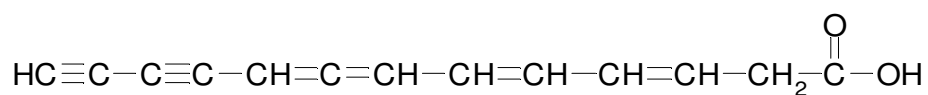
e) *los orbitales atómicos de los C unidos por enlaces triples presentan hibridación sp y su geometría es lineal.*

6. Nombrar los siguientes compuestos, indicar cuales de ellos presentan isomería geométrica y escribir la estructura y el nombre de los isómeros, para aquellos que los presentan:



- e) 3-metil-2-pentino
f) 2,3-dimetil-2-pentino
g) 3-pentino

7. El metabolito del moho y antibiótico *micomicina* tiene la formula:



a. ¿Cuántos enlaces múltiples están conjugados?

b. ¿Cuántos enlaces múltiples están acumulados?

c. ¿Cuales enlaces múltiples están aislados?

8. ¿Cuales de los siguientes compuestos puede presentarse como isómeros *cis-trans*? En los casos que sea posible dicha isomería, dibuje las estructuras que muestren claramente la geometría.

a. 1-penteno

b. 2-hexeno

c. 1-bromopropeno

d. 3-cloropropeno

e. 1,3,5-hexatrieno

f. 1,2-diclorobenceno

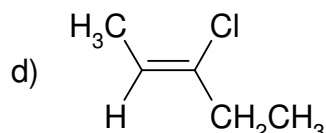
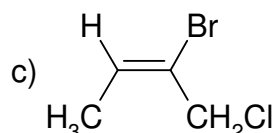
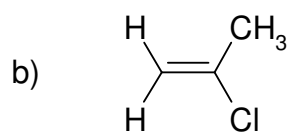
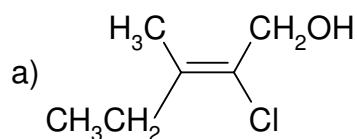
9. Indique las formulas estructurales y los nombres sistemáticos de todos los isómeros del pentano, incluyendo estereoisómeros.

10.a) Dibuje los isómeros geométricos de 2-buteno, $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$.

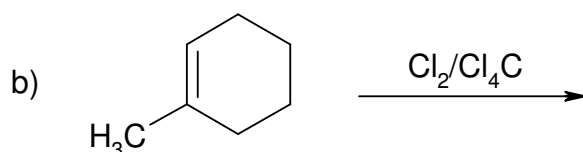
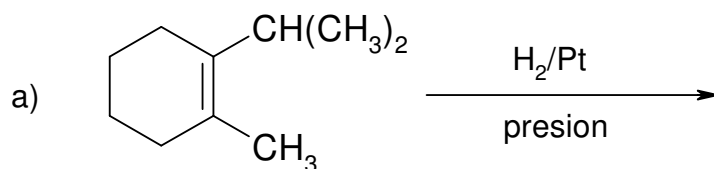
Rotúlelos como ***cis*** y ***trans***.

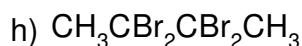
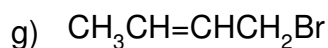
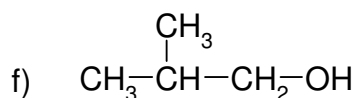
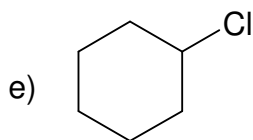
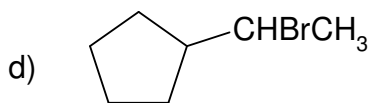
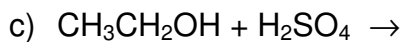
b) ¿Tiene isómeros geométricos el 1-buteno? Explique.

11. Asigne la configuración **E** o **Z**, cuando corresponda, a los siguientes alquenos:

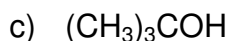
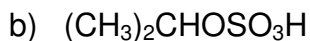


12. Nombre el material de partida complete la reacción y nombre los productos obtenidos en las siguientes reacciones. En caso de haber mas de un producto posible, indicar cual es el favorecido y porque.

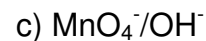
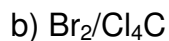
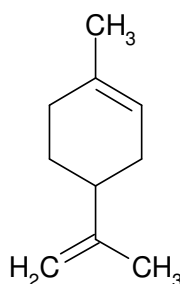




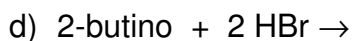
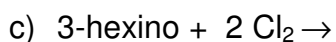
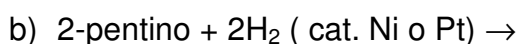
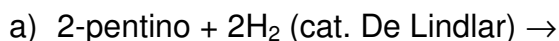
13. ¿Cuál reactivo se adicionara y cual hidrocarburo no saturado se necesita para obtener cada uno de los siguientes compuestos?



14. El limoneno se encuentra en la corteza de la naranja y en las hojas del pino. Escriba los productos que se obtienen cuando se trata al limoneno con:



15. Escriba las ecuaciones para las siguientes reacciones:



e) 3-metil-1-butino + H₂O (cat H₂SO₄/HgSO₄) →

f) 1-butino + Na⁺NH₂ (cat NH₃ liq) →

g) 2-butino + Na⁺NH₂ (cat NH₃ liq) →

Guía N° 5**Tema: HIDROCARBUROS AROMATICOS**

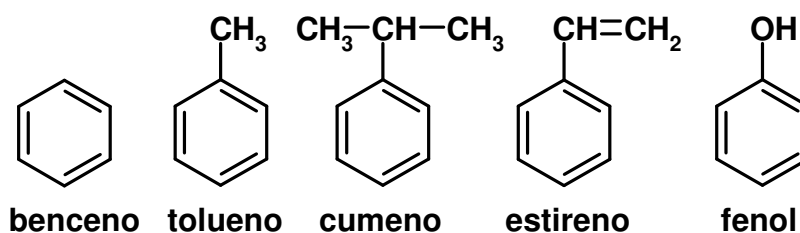
Objetivos:

- Identificar los compuesto aromáticos
- Estudiar las principales reacciones de esta familia

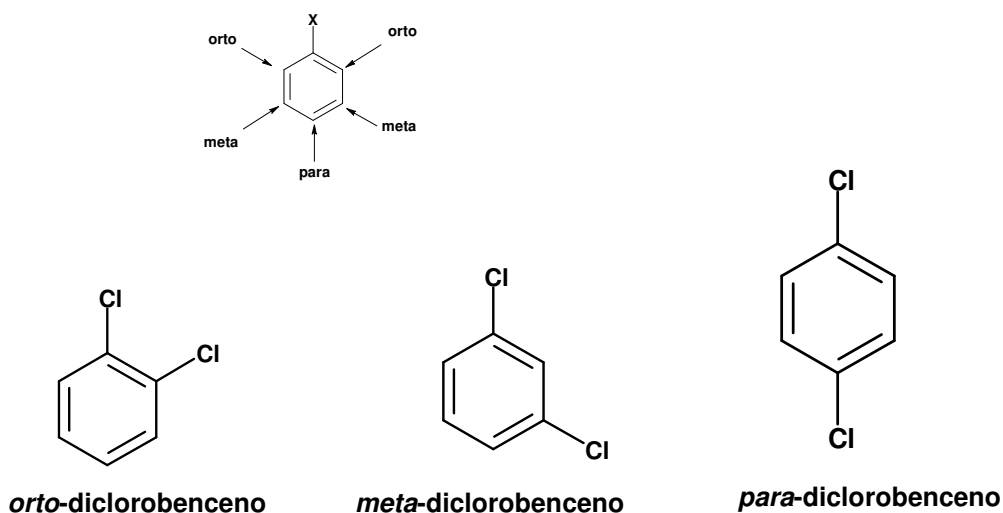
Introducción teórica

Los **hidrocarburos aromáticos** son compuestos (también llamados **arenos**) derivados del *benceno*. Se representan mediante un anillo de seis miembros con tres doble enlaces conjugados. Este arreglo les confiere propiedades químicas especiales, por sobre todo una gran estabilidad.

Los compuestos aromáticos se nombran utilizando nombres comunes, que fueron aceptados por la IUPAC.



En presencia de *dos sustituyentes* son posibles tres estructuras isoméricas que se designan con los prefijos **orto-**, **meta-** y **para-**. Ver **serie didáctica** "Guía de Estudio y Ejercitación sobre Nomenclatura Orgánica"

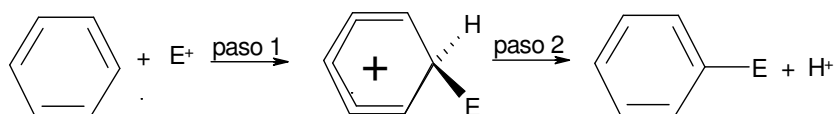


❖ Propiedades Físicas

Presentan puntos de fusión mayores que los compuestos alifáticos. Los puntos de ebullición están relacionados con momentos dipolares. Los compuestos aromáticos y los derivados halogenados son insolubles en agua.

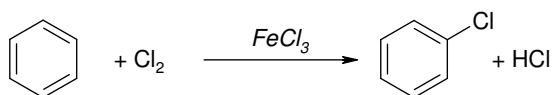
❖ Propiedades Químicas

Los compuestos aromáticos reaccionan bajo el mecanismo de **Sustitución electrofílica aromática** cuyo esquema general corresponde a:

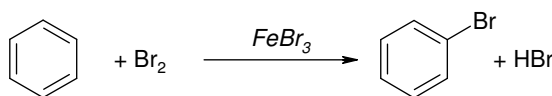


Reacciones

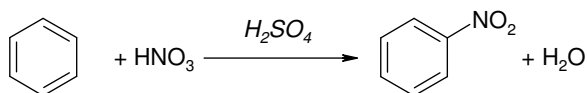
1. Cloración



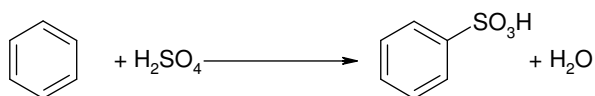
2. Bromación



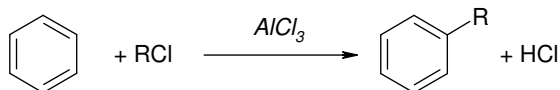
3. Nitración



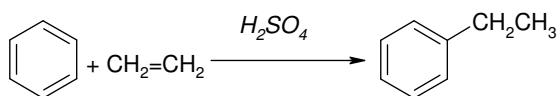
4. Sulfonación



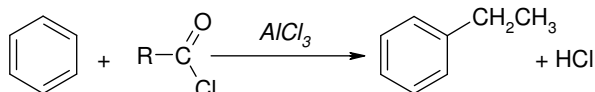
5. Alquilación



6. Alquilación

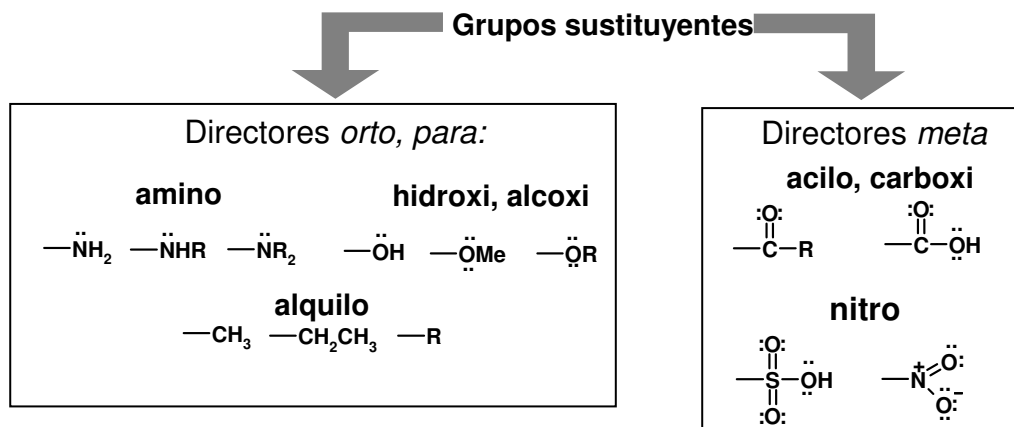


7. Acilación



Grupos directores

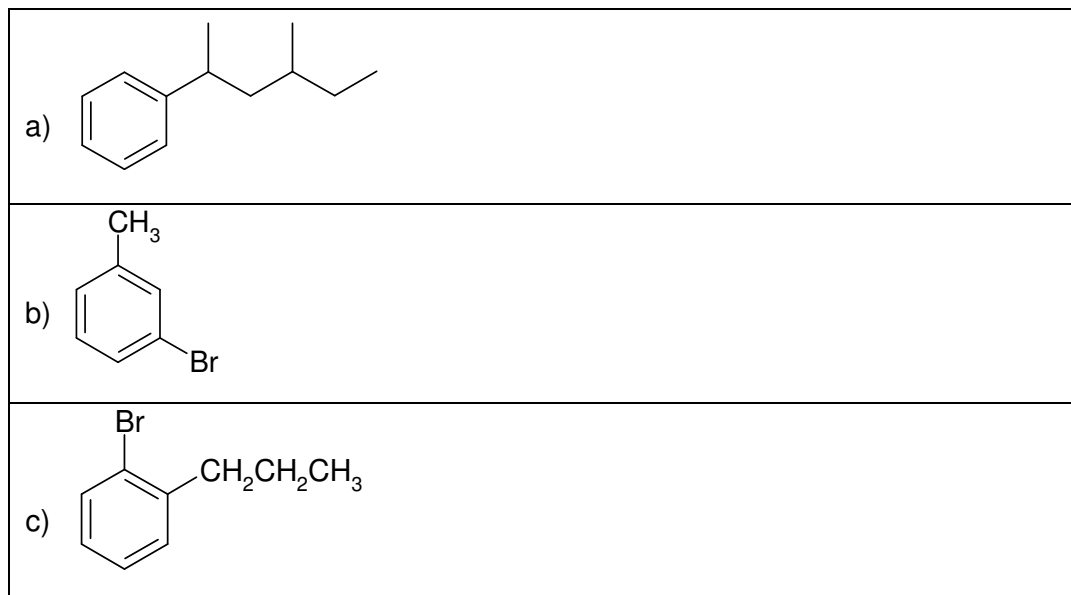
Los sustituyentes que ya se encuentran en el anillo determinan la posición que ocupará un nuevo sustituyente. De acuerdo a como se comporten se clasifican en activantes y desactivantes. A continuación se muestran ejemplos de dichos grupos.

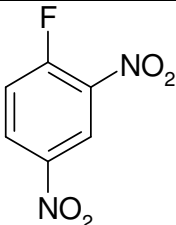
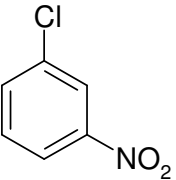
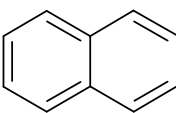

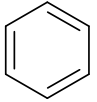
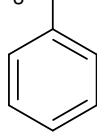
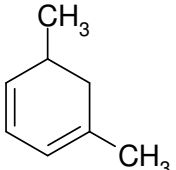


Cuando en la molécula hay un grupo activante y un desactivante, el que **dirige la sustitución es el activante**.

Problemas y ejercicios

1. Escriba el nombre de los siguientes compuestos:



d)	
e)	
f)	
g)	
h)	
j)	$\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ 
k)	

2. Escriba la fórmula de los siguientes compuestos:

- p*-Dinitrobenceno
- m*-Bromonitrobenceno
- 1-Cloro-3,5-dimetilbenceno
- 2-bromo-4-etil-3,5-dinitrotolueno
- 2-Fenil-3-metilhexano
- 2,4,6-Trinitrofenol (ác. pícrico)
- 2,4,6-Trinitrotolueno (TNT)
- m*-dietilbenceno
- p*-clorofenol
- o*-xileno

k) 1-yodo-3-nitrobenceno

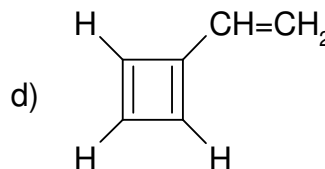
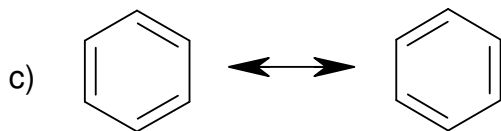
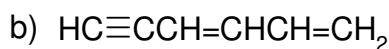
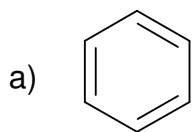
3. Indique cual de los compuestos nombrados a continuación es el que corresponde a la fórmula estructural: $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{C}_6\text{H}_5)\text{-CH=CH}_2$:

- a) 1-etil-4-etilenbenceno;
- b) 2-fenil-3-buteno
- c) 1-etilen-4-etilciclohexano
- d) 3-fenil-1-buteno

4. Indicar cuales de las siguientes afirmaciones son verdaderas (**V**) o falsas (**F**):

- a) *todos los compuestos aromáticos tienen olor agradable.*
- b) *el benceno da reacciones de adición.*
- c) *todos los H del benceno son equivalentes.*
- d) *los átomos de C que forman el anillo aromático tienen hibridación sp^2*

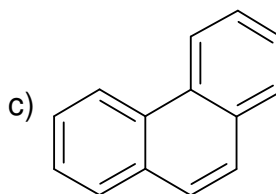
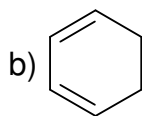
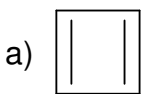
5. Indicar cuales de las siguientes formas de representar al benceno son correctas, considerando que su F. M. es C_6H_6 :



6. a) Sabiendo que el calor de hidrogenación de un doble enlace -C=C- es de 26 a 30 Kcal./mol, y del benceno es de 49,8 Kcal./mol, demuestre que este no es un trialqueno común.

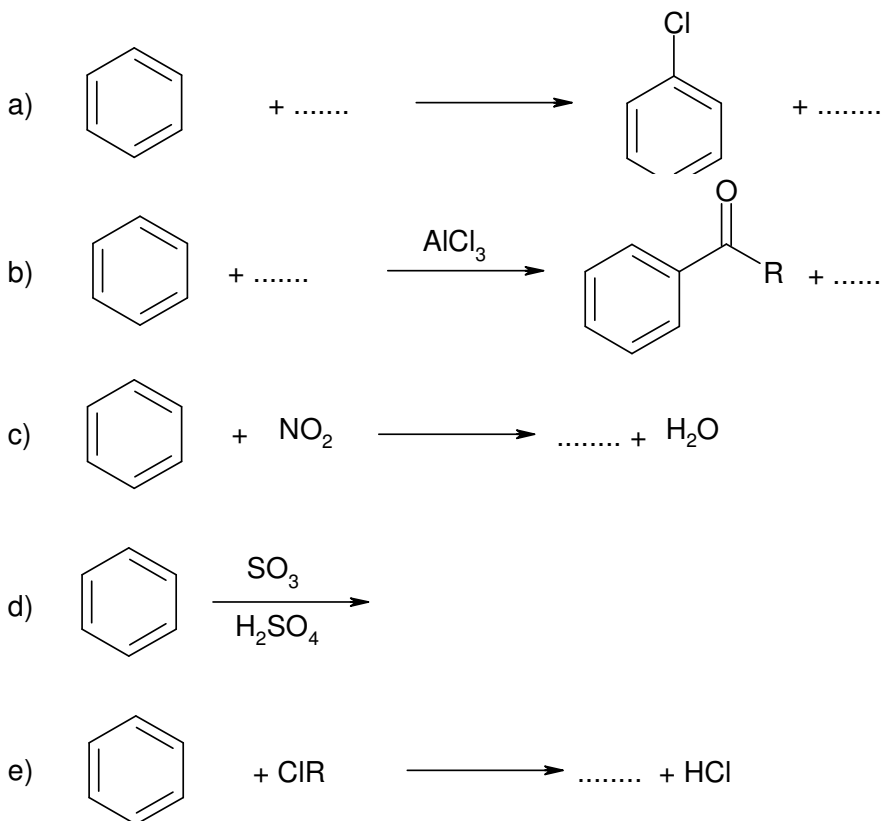
b) ¿A qué se atribuye la diferencia existente entre la energía calculada y la observada experimentalmente?

7. Indicar cual/es de los siguientes compuestos son aromáticos



8. Esquematice el mecanismo de Sustitución Electrofílica Aromática.

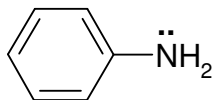
9. Complete las siguientes reacciones y detalle el mecanismo de, al menos, una de ellas:



10. Diga si los siguientes sustituyentes del anillo bencénico son orientadores *orto*, *meta* o *para*. Además indique si son activantes o desactivantes del anillo.

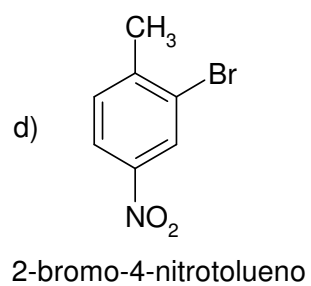
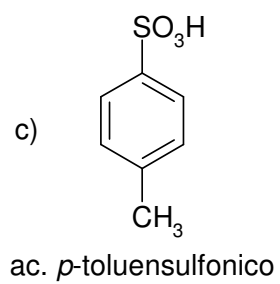
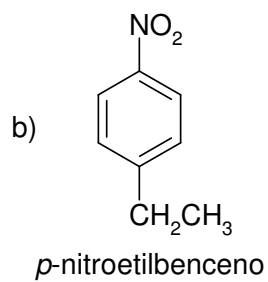
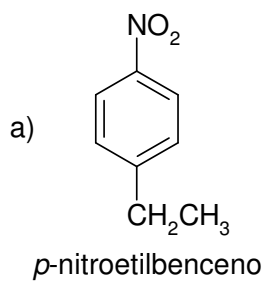
- a) -OH b) -NH₂ c) -COOCH₃
 d) -Cl e) -R f) -NO₂

11. Dibuje los contribuyentes a la resonancia más importantes para el intermediario en la bromación de la anilina; explique por que predomina la sustitución en *orto* y *para*.



anilina

12. Utilizando benceno o tolueno, como únicos compuestos aromáticos como materia prima, desarrolle una síntesis para cada uno de los siguientes compuestos:

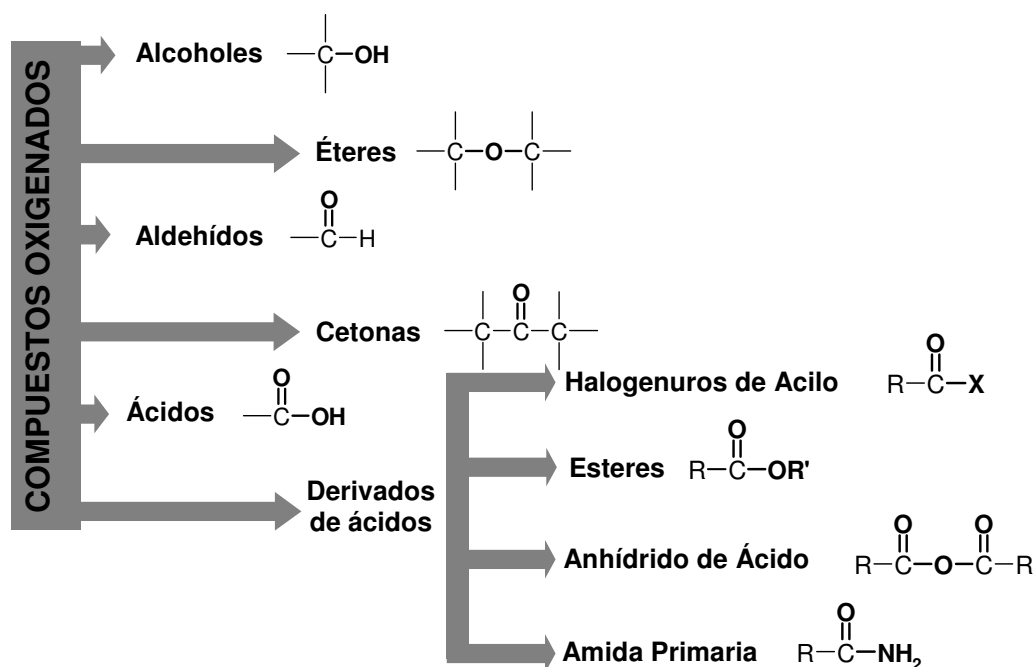


Guía N° 6**Tema: ALCOHOLES Y FENOLES****Objetivos:**

- Conocer los diversos compuestos orgánicos oxigenados.
- Adquirir habilidad para nombrar y formular los diferentes tipos de compuestos oxigenados.
- Identificar las características estructurales y su influencia sobre las propiedades físicas y químicas de los compuestos orgánicos oxigenados.

Introducción Teórica

Los compuestos orgánicos oxigenados poseen en su grupo funcional uno o varios átomos de oxígeno. Estos compuestos son numerosos puesto que el oxígeno permite una gran variedad de enlaces y posibilidades de combinación. En el esquema que se muestra a continuación se indican las diferentes familias de compuestos oxigenados.

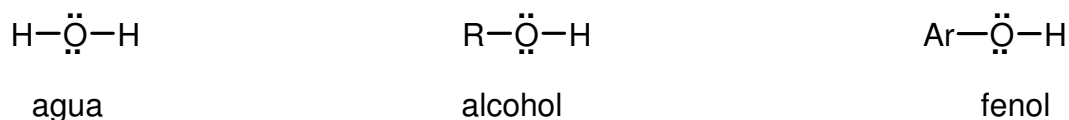


Las propiedades de cada uno de estos compuestos son diferentes, por lo que solo se tratara brevemente de cada uno de ellos.

Alcoholes y fenoles

Se nombran, según la nomenclatura IUPAC, con la terminación **-ol**. En la nomenclatura común se antepone la palabra **“alcohol”**

Los alcoholes son compuestos semejantes al agua en los cuales uno de los átomos de hidrogeno ha sido reemplazado por un grupo alquilo. Tienen la formula general **R-OH**. Los fenoles tienen el mismo grupo funcional pero unido a un anillo aromático.

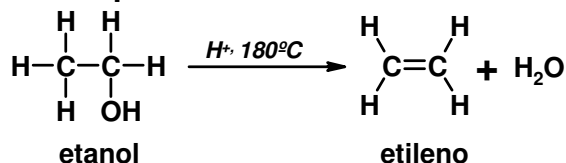


❖ Propiedades Físicas

Debido a que sus moléculas son capaces de formar puente hidrogeno sus puntos de ebullición son mayores que los hidrocarburos de igual PM. Los alcoholes de hasta 5 átomos de carbono son solubles en agua, a medida que aumenta la cadena orgánica el alcohol se parece mas a un hidrocarburo y su solubilidad disminuye.

❖ Propiedades Químicas

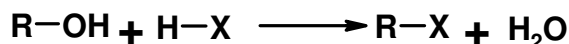
1. Deshidratación a alquenos



Todas las reacciones comienzan con la protonación del grupo hidroxilo (el alcohol actúa como base). La facilidad para la deshidratación de alcoholes es $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$ (el mismo orden que la estabilidad de los carbocationes).

Si existe la posibilidad de dar mas de un alqueno predomina el más sustituido (Regla de Saytzeff).

2. Conversión a halogenuros de alquilo



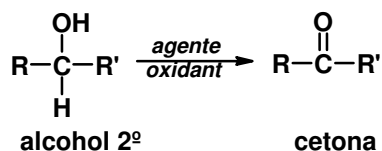
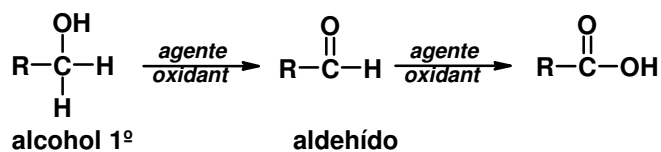
Los alcoholes terciarios reaccionan a más velocidad (mecanismo $\text{S}_{\text{N}}1$)

Los alcoholes primarios reaccionan lentamente y se debe calentar durante horas!! (mecanismo $\text{S}_{\text{N}}2$)

Los alcoholes secundarios presentan reacciones de velocidad intermedia entre los anteriores ($\text{S}_{\text{N}}1$ y $\text{S}_{\text{N}}2$) **Esto sirve para diferenciarlos (Reactivo de Lucas)**

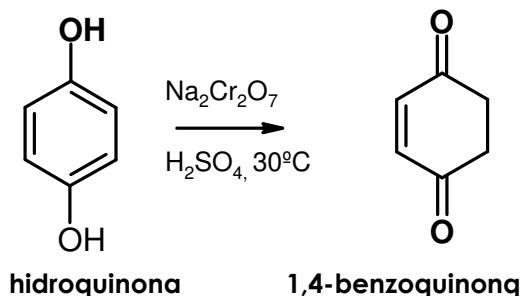
3. Oxidación

Tienen que tener al menos un hidrogeno unido al mismo carbono que tiene el grupo hidroxilo se oxidan a compuestos carbonílicos



Los alcoholes 3°
no dan reacción

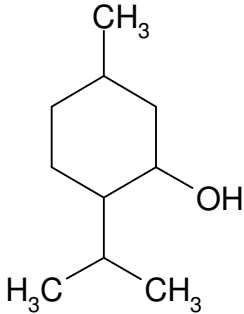
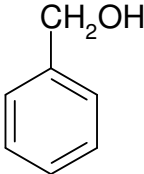
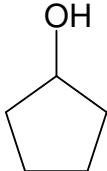
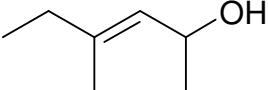
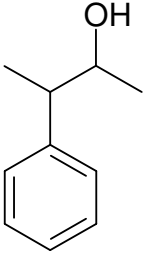
Oxidación de fenoles



Problemas y ejercicios

1. Nombre cada uno de los siguientes compuestos por los sistemas de nomenclatura I.U.P.A.C. y Común, de ser posible.

a) $\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$
b) $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
c) $\text{CH}_3\text{CHBrC}(\text{CH}_3)_2\text{OH}$
d) $\begin{array}{ccccccc} & & \text{OH} & & & & \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ & & & & & & \\ & \text{CH}_3 & & \text{C} = \text{CH}_2 \\ & & & & & & \\ & & & \text{H} & & & \end{array}$
e) $\begin{array}{ccccccc} & & \text{OH} & & & & \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ & & & & & & \\ & & & \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & \end{array}$

f)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{CH}}}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{Br}}{\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}}-\text{CH}_3$
g)	
h)	$(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$
i)	
j)	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
k)	
l)	
ll)	
m)	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
n)	$\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

2. Escriba la fórmula estructural de cada uno de los siguientes compuestos:

- 2,2-dimetil-1-1-butanol.
- 2,3-pentanodiol.
- etóxido de sodio.
- 2-metil-2-propen-1-ol.
- o*-bromofenol.
- 2-Etil-2-buten-1-ol
- 3-Ciclohexen-1-ol
- trans*-3-clorocicloheptanol
- 2,4-Dinitrofenol
- 1,4-hexanodiol
- 2-propen-1-ol
- 2-feniletanol
- 3-pentin-2-ol
- ciclohexanol
- p*-clorofenol

3. Clasifique los alcoholes del problema anterior como primarios, secundarios y terciarios.

4. Complete el siguiente cuadro:

Clasificación (1 ^{rio} , 2 ^{rio} ó 3 ^{rio})	Estructura	Nombre común	Nombre IUPAC
primario	CH ₃ OH		
		Alcohol etílico	
	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}\cdot\text{CH}_3 \end{array}$		
			3-metil-2-butanol
	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		

5. Nombre y ordene las siguientes series de compuestos en orden de punto de ebullición decreciente:

e) 2-butanol + K →

f) 1-octanol + HBr + ZnBr₂ →

g) 4-metil-2-pentanol + CrO₃, H⁺ →

h) fenol + NaOH acuoso →

i) alcohol terbutílico + CrO₃, H⁺ →

12. Ordene el benzaldehído (PM = 106), el alcohol bencílico (PM = 108) y el p-xileno (PM = 106) en orden de:

a) aumento de su punto de ebullición b) aumento de solubilidad en agua

13. Dé la estructura del alcohol que, por oxidación, produce:

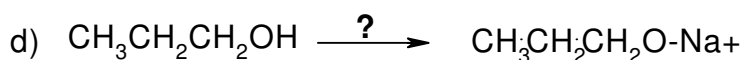
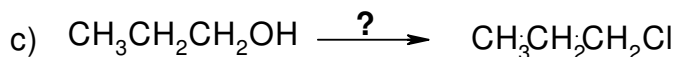
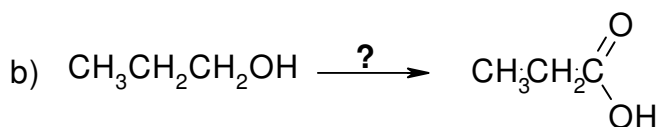
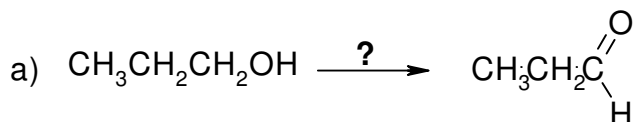
a- 2-metilpropanal

b- octanal

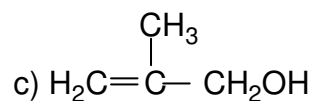
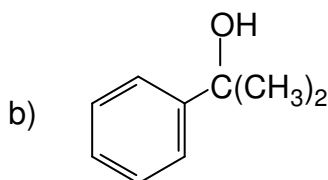
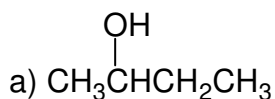
c- ciclohexanona

d- acetaldehído.

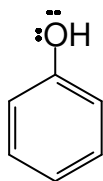
14. ¿Cómo podrían efectuarse las siguientes transformaciones químicas?



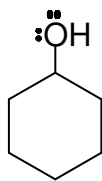
15. ¿Qué reactivo de Grignard y qué compuesto carbonílico podrían usarse para producir los siguientes alcoholes?



16. Conociendo el efecto de la resonancia sobre la estabilidad, utilice este conocimiento para explicar por qué el fenol ($pK_a = 4.6$) es un ácido más fuerte que el ciclohexanol ($pK_a = 17$)



Fenol



Ciclohexanol

Guía N° 7**Tema: ETERES****Objetivos:**

- Identificar los éteres
- Escribir y formular diferentes éteres.

Introducción Teórica

Los éteres son compuestos orgánicos que se caracterizan por presentar la fórmula general **R-O-R**, donde R es un grupo alquilo o arilo. R y R' pueden ser iguales o diferentes.

Los éteres se denominan con el nombre de cada uno de los grupos alquilo, en orden alfabético, seguidos por la palabra *éter*

❖ Propiedades Físicas

Son compuestos incoloros, con olores característicos, relativamente agradables. Tienen puntos de ebullición menores que los alcoholes con igual número de carbonos.

Los éteres **no pueden formar puente hidrogeno entre si**, razón por la cual sus P_{eb} son bajos con respecto a los alcoholes.

Sin embargo **pueden actuar como aceptores de puente hidrogeno** con el agua razón por la cual son solubles en ella y en alcoholes (siempre y cuando sus PM sean bajos)

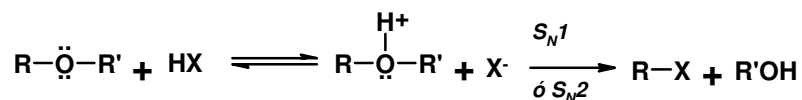
❖ Propiedades Químicas

Los éteres son compuestos relativamente inertes. La mayoría de los compuestos orgánicos son solubles en éter, razón por la cual son los solventes por excelencia

Reacciones:

Ruptura

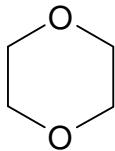
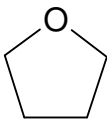

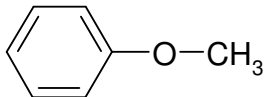
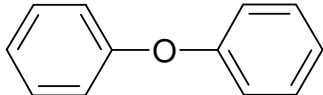
Dado que los éteres son compuestos poco reactivos esta es la única reacción que experimentan



Con exceso de HI se forman dos moles de RI

Problemas y ejercicios

1. Escriba el nombre de los siguientes compuestos:

a)	
b)	
c)	
d)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-O-CH-CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
e)	$\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$
f)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O-CH}_2\text{CH}_3$
g)	
h)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{-O-C-CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
i)	
j)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O-CH}_2\text{CH}_3$

2. Escriba la fórmula de los siguientes compuestos:

- t*-butil etil éter.
- p*-bromofenil etil éter
- dipropiléter
- Dimetil éter
- Metil *n*-butil éter
- éter dietílico
- éter divinílico

- g) éter metil *t*-butílico
- h) 1-metoxipropeno
- i) dibutil éter
- j) isobutil isopropil éter

3. Complete y justifique las diferencias:

Compuesto	Formula	P _{eb} (°C)	PM	Solubilidad agua (g/100 ml)
1-butanol		118		7.9
dietil éter		35		7.5
pentano		36		0.03

4. Justifique el hecho de que el ángulo de enlace C-O-C en el dimetil éter es mayor que el ángulo de enlace H-O-H en el agua.

5. ¿Cuál es la función de los éteres en el reactivo de Grignard?

6. Los éteres y los alcoholes son isómeros. Escriba las ecuaciones y dé los nombres para todos los isómeros posibles de formula molecular C₄H₁₀O.

7. Identifique los éteres cuya fragmentación con HI conducen a:

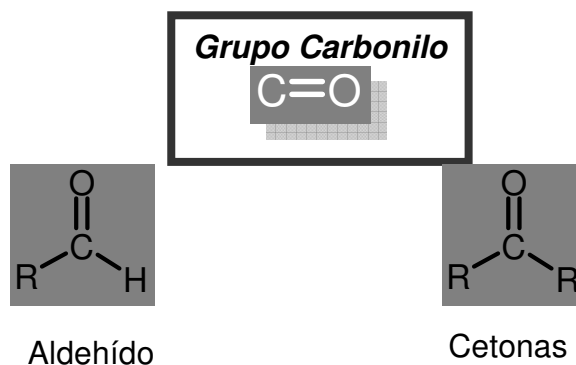
- a) (CH₃)₃I y CH₃CH₂CH₂I
- b) ioduro de metilo y de ciclohexilo

Guía N° 8**Tema: ALDEHIDOS Y CETONAS****Objetivos**

- Reconocer la función carbonilo
- Escribir y formular aldehídos y cetonas
- Estudiar las reacciones características de los aldehídos y cetonas

Introducción Teórica

Tanto los aldehídos como las cetonas son compuestos orgánicos que presentan el grupo carbonilo. Las **cetonas** tienen **dos** grupos alquilo (o arilo) enlazados al grupo carbonilo. Los **aldehídos** tienen **un** grupo alquilo (o arilo) y un átomo de hidrogeno unidos al grupo carbonilo.



Según la IUPAC la terminación característica para los aldehídos es *-al* mientras que para las cetonas se utiliza la terminación *-ona*

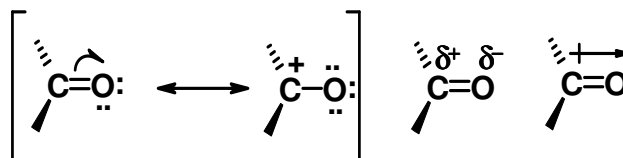
❖ Propiedades Físicas

Los compuestos carbonílicos presentan puntos de ebullición más bajos que los alcoholes de su mismo peso molecular. No existen grandes diferencias entre los puntos de ebullición de aldehídos y cetonas de igual peso molecular.

Los compuestos carbonílicos de cadena corta son solubles en agua y a medida que aumenta la longitud de la cadena disminuye la solubilidad

❖ Propiedades Químicas

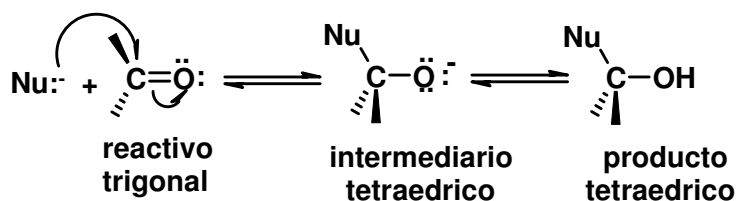
El oxígeno es mucho más electronegativo que el carbono, por lo que el enlace C-O está polarizado.



contribuyentes a la resonancia polarización del grupo carbonilo
del grupo carbonilo

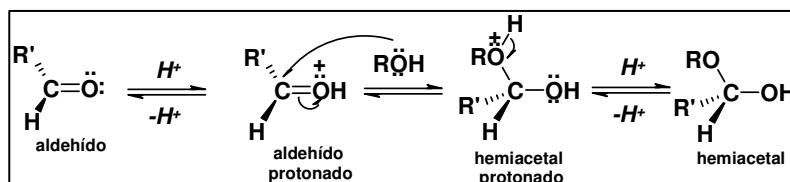
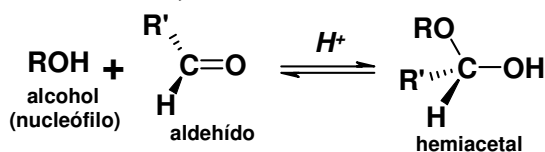
Como consecuencia de esto, la mayoría de las reacciones carbonílicas involucran un **ataque nucleofílico** sobre el carbono carbonílico

Mecanismo general de adición nucleofílica

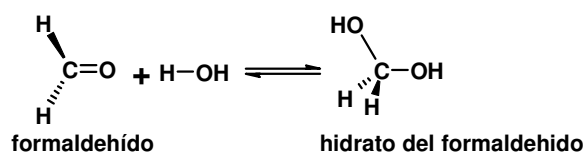


Resumen de reacciones

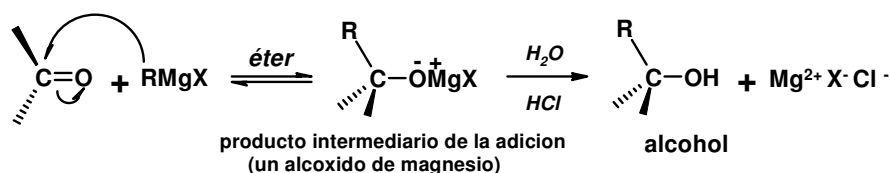
1. Adición de alcoholes, formación de hemiacetales y acetales

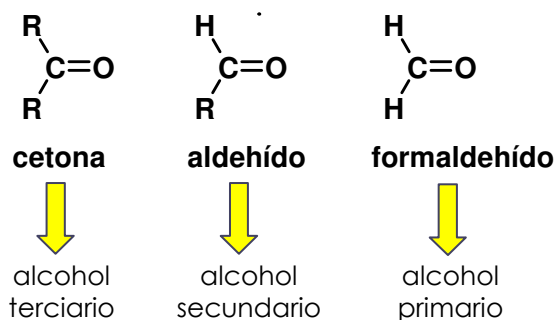


2. Adición de agua: hidratación de aldehídos y cetonas

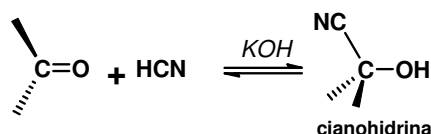


3. Adición de reactivos de Grignard (formación de alcoholes)

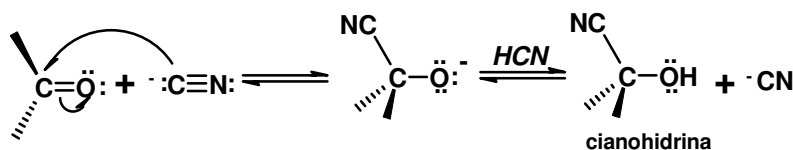




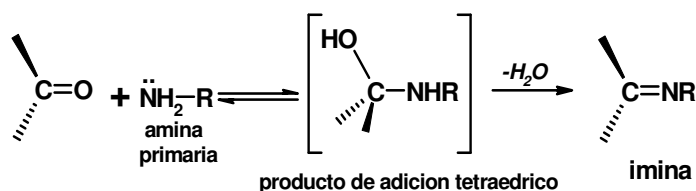
4. Adición de cianuro de hidrógeno: cianohidrinas



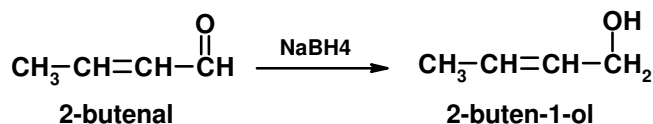
El cianuro de hidrogeno no tiene pares electrónicos sin compartir sobre el átomo de C por eso se necesita una base fuerte que lo transforme en ion cianuro que actúa como C nucleofílico



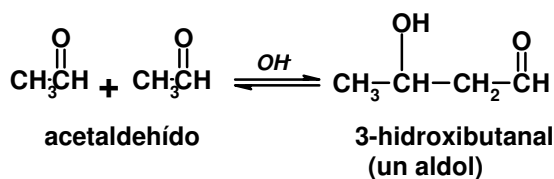
5. Adición de nitrógeno como nucleófilo (obtención de iminas)



6. Reducción de compuestos carbonílicos (obtención de alcoholes)

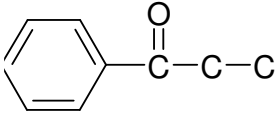
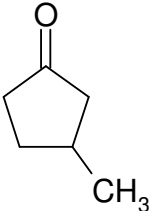
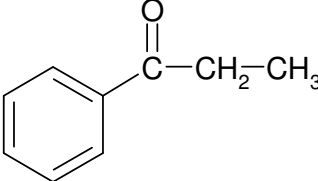
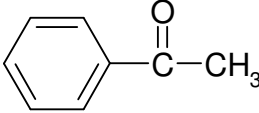


7. Condensación aldólica



Problemas y ejercicios

1. Escriba el nombre de los siguientes compuestos

a)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \parallel \quad \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
b)	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$
c)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \parallel \quad \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$
d)	
e)	
f)	
g)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{Br}}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$
h)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$
i)	
j)	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$

2. Escriba la formula de los siguientes compuestos:

- a) di-*sec*-butil cetona
- b) β -bromoetil isopropil cetona
- c) benzofenona
- d) formaldehído
- e) 3-butenal
- f) 2-hidroxibencenocarbaldehido
- g) 3-buten-2-ona
- h) 2-metilciclopentanona
- i) *t*-butil-metilcetona
- j) *p*-bromobenzaldehído

3. Ordene el benzaldehído (PM: 106) el alcohol bencílico (PM: 108) y el *p*-xileno (PM: 106) en orden de:

- a) Aumento de punto de ebullición
- b) Aumento de solubilidad en agua

4. Escriba la ecuación para la síntesis de 2-pentanona, mediante la oxidación de un alcohol.

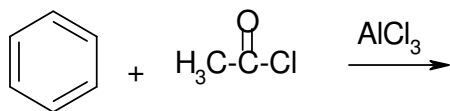
5. Dé la estructura del alcohol que por oxidación produce:

- a) 2-metilpropanal
- b) 4-*t*-butilciclohexanona

6. Muestre como se puede reducir:



7. Complete la ecuación siguiente y asigne nombre al producto:



8. Mediante la reacción de Friedel-Crafts escriba una ecuación para la preparación de 1-naftil cetona.

9. Escriba una ecuación para la formación de un hemiacetal a partir de acetaldehído, etanol y H⁺.

10. Mediante un reactivo de **Grignard** y el aldehído o cetona adecuados proponga como se pueden obtener cada uno de los siguientes compuestos:

- a) 1-pentanol b) 2-metil-2-butanol c) 1-fenil-1-propanol
 d) 3-pentanol e) 1-ciclopentilciclopentanol f) 3-buten-2-ol.

11. ¿Mediante cual prueba química sencilla se puede distinguir entre hexenal y 2-hexanona?

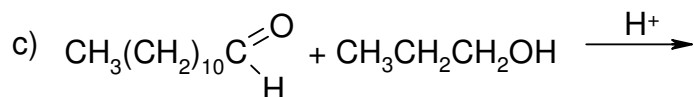
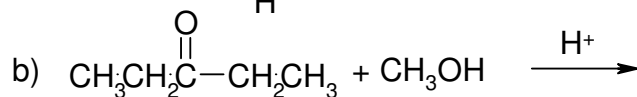
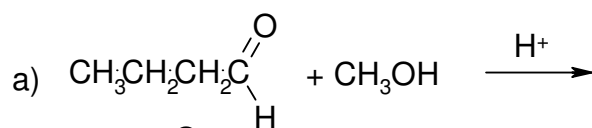
12. Dé un ejemplo de cada uno de los siguientes compuestos:

- a) acetal
 b) hemiacetal
 c) cianohidrina
 d) imina
 e) enolato.

13. Escriba una ecuación para la reacción, de haberla, del *p*-bromobenzaldehído con cada uno de los siguientes reactivos. Asigne nombre al producto orgánico obtenido.

- a) Reactivo de Tollens b) Hidroxilamina.
 c) CrO_3 , H^+ d) bromuro de etilmagnesio, después H_3O^+

14. Complete:



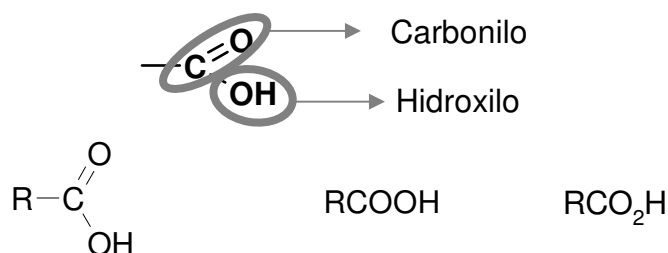
Guía N° 9**Tema: ACIDOS Y DERIVADOS DE ACIDOS****Objetivos**

- Reconocer los ácidos sus derivados.
- Estudiar las propiedades físicas y químicas de los ácidos carboxílicos y sus derivados.

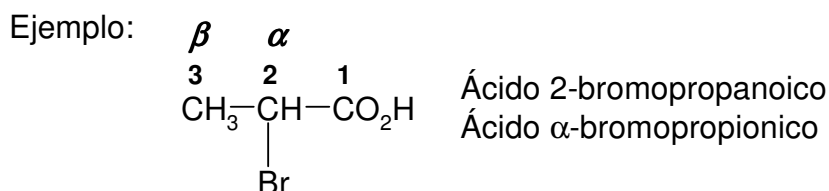
Introducción Teórica

Los ácidos carboxílicos son los ácidos orgánicos más importantes; su grupo funcional es la función **carboxilo**. Este nombre surge de la contracción de las siguientes partes: el grupo **carbonilo** y el grupo **hidroxilo**. **La formula general para los ácidos carboxílicos se puede escribir en la forma desarrollada o condensada:**

Carboxilo = carbonilo + hidroxilo



Debido a su abundancia en la naturaleza los ácidos son conocidos desde tiempos remotos. Por ello muchos tienen nombres comunes que derivan del latín o griego indicando la fuente de donde provienen. El nombre IUPAC se obtiene reemplazando la terminación *-o* del alcano correspondiente por el *sufijo -oico* anteponiendo la palabra *“ácido”*. Los ácidos sustituidos se nombran de dos formas: según el sistema IUPAC se numera la cadena comenzando por el átomo de carbono carboxílico y los sustituyentes se localizan de la manera usual. Si se utiliza el nombre común del ácido, los sustituyentes se localizan con letras griegas, empezando por el carbono α , que es el carbono adyacente al portador de la función carboxilo.



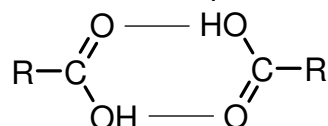
Los derivados de ácidos carboxílicos son compuestos en los cuales el grupo hidroxilo del carbonilo se reemplaza por diferentes grupos. Todos los derivados de ácidos se pueden hidrolizar a los correspondientes ácidos.

En el esquema se muestran las estructuras correspondientes:

$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array} $ <p>Ácido carboxílico</p>	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{X} \end{array} $ <p>Halogenuro de ácido (X = F, Cl, Br, I)</p>	$ \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R}' \end{array} $ <p>Anhídrido de ácido</p>
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR} \end{array} $ <p>Éster</p>	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{NHR}' \end{array} $ <p>Amida</p>	

❖ Propiedades Físicas

Los ácidos son moléculas polares. Forman dímeros, cuyas unidades están firmemente unidas a través de dos puentes de hidrógeno.

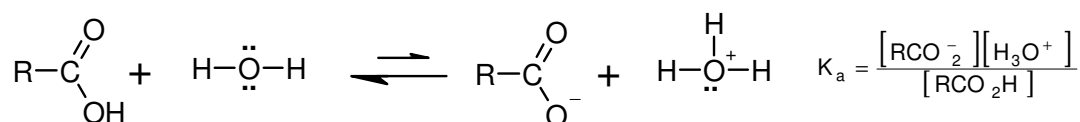


Debido a ello presentan altos puntos de ebullición (mayores incluso que los alcoholes) y son solubles en agua (siempre que su PM sea bajo)

Los derivados de ácidos presentan diferencias en cuanto a sus propiedades físicas: los ésteres y los cloruros de ácido tienen punto de ebullición similares a los de los alcanos lineales de PM semejantes. Las amidas tienen P_{eb} altos comparados con otros compuestos debido a los enlaces de hidrógeno que presentan las amidas primarias y secundarias.

Acidez de los ácidos carboxílicos

Un ácido se puede disociar en agua para dar lugar a un protón y un ion carboxilato. A la constante de equilibrio de esta reacción se la denomina constante de acidez: K_a . El pK_a es el logaritmo cambiado de signo de la K_a . Para indicar la acidez relativa de los distintos ácidos generalmente se utiliza el valor de pK_a .



En la siguiente tabla se muestran los valores de pK_a de algunos ácidos carboxílicos

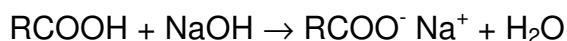
Nombre	Formula	pKa
fórmico	HCOOH	3.68
acético	CH ₃ COOH	4.74
propanoico	CH ₃ CH ₂ COOH	4.85
butanoico	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	4.80
cloroacético	ClCH ₂ COOH	2.82
Dicloroacético	Cl ₂ CHCOOH	1.30
tricloroacético	Cl ₃ CCOOH	0.70
ácido benzoico	C ₆ H ₅ COOH	4.18
fenol	C ₆ H ₅ OH	10.0
etanol	CH ₃ CH ₂ OH	16.0
agua	HOH	15.74

A mayor valor de K menor valor de pK y mas fuerza del ácido. La acidez puede variar de acuerdo con los otros grupos que están unidos a la molécula

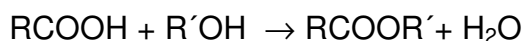
❖ Propiedades Químicas

Ácidos

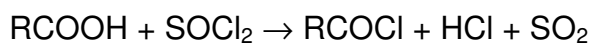
1. Formación de sales



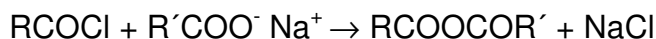
2. Preparación de éteres



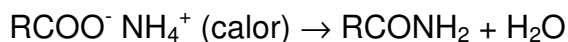
3. Preparación de cloruros de ácido



4. Preparación de anhídridos



5. Preparación de amidas



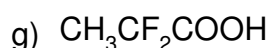
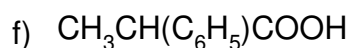
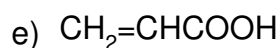
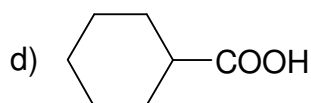
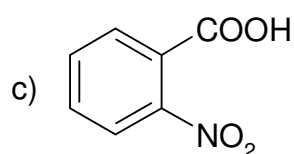
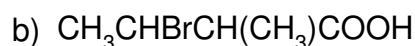
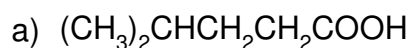
Derivados de ácidos

(Reacción de sustitución nucleofílica de acilo)

Derivado de ácido	Nucleófilo		
	HOH (hidrólisis)	R'OH (alcoholisis)	NH ₃ (amonólisis)
$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{Cl}$	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{HCl}$	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}' + \text{HCl}$	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2 + \text{NH}_4^+\text{Cl}^-$
$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}$	$2 \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}' + \text{RCO}_2\text{H}$	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2 + \text{RCO}_2\text{H}$
$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{R}'\text{OH}$	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}'' + \text{R}'\text{OH}$	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2 +$
$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{NH}_3$	-	-

Problemas y ejercicios

1. Dé el nombre de los siguientes ácidos:



2. Escriba la fórmula estructural de cada uno de los siguientes ácidos:

a) Ácido *cis*-1,2-Ciclohexanodicarboxílico

b) Ácido heptanodioico

c) Ácido 2-hexen-4-inoico

- d) Acido 4-etil-2-propiloctanoico
- e) Acido cloroftálico
- f) Acido trifenilacético
- g) Benzoato de *t*-butilo
- h) Heptanoato de *sec*-butilo
- i) Benzamida
- j) Ciclobutanocarboxamida
- k) *N*-Vinilformamida
- l) *N,N*-Dibencilpropanamina

4. ¿Cuál tendrá el mayor punto de ebullición? Explique la respuesta.

- a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ó $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ó $(\text{CH}_3)_3\text{CCOOH}$

5. El ácido acético hierve a 118°C, pero su éster etílico lo hace a 77°C. ¿Por qué el punto de ebullición del ácido es mucho mayor, aún cuando tiene menor peso molecular?

6. Trace y nombre los ocho ácidos isómeros de fórmula $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$.

7. De cada uno de los siguientes pares de ácidos: ¿Cuál espera que sea mas fuerte y porque?

- a) CH_2ClCOOH y CH_2BrCOOH
- b) *o*- $\text{BrC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ y *m*- $\text{BrC}_6\text{H}_4\text{COOH}$
- c) CCl_3COOH y CF_3COOH
- d) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ y *p*- $\text{CH}_3\text{OC}_6\text{H}_4\text{COOH}$
- e) $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ y $\text{CH}_3\text{CHClCOOH}$

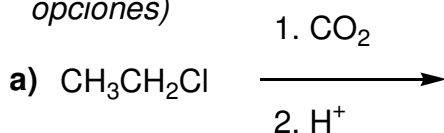
8. Escriba una ecuación balanceada para la reacción de:

- a) ácido cloroacético con hidróxido de potasio
- b) ácido decanoico con hidróxido de calcio

9. Dé las ecuaciones para la síntesis de:

- a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ a partir de $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ a partir de $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (dos formas diferentes)

10. ¿Cuál es el producto de las siguientes reacciones?: (*elija una de las opciones*)



- i) ácido etanoico
- ii) ácido propanoico
- iii) ácido butanoico
- iv) cloruro de butanoílo
- v) cloruro de pentanoílo

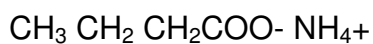


- i) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_3$
- ii) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- iii) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{CH}_3$
- iv) CH_3COCH_3
- v) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$
- vi) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$

11. ¿Cómo podría convertir el ácido butanoico en los siguientes compuestos? Escriba cada paso indicando reactivos necesarios:

- a) 1-Butanol
- b) 1-Buteno
- c) Ac. pentanoico
- d) 1-Bromopropano
- e) 1-Bromobutano
- f) Octano

12. De el nombre a la siguiente sal de carboxilato



13. Explique como obtener ácido butanoico a partir de 1-propanol

14. Escriba las ecuaciones para la síntesis del ácido fenilacético a partir del bromuro de bencilo.

15. Muestre como se puede convertir $(\text{CH}_3)_3\text{CBr}$ en $(\text{CH}_3)_3\text{CO}_2\text{H}$ y ácido ciclohexanocarboxílico a partir de cloruro de ciclohexilo

16. Indique como se podría lograr:

- a. ácido 2-butenoico a partir de 2-butenal
- b. ácido hexanoico a partir de hexanal
- c. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH}$ a partir del halogenuro de alquilo correspondiente

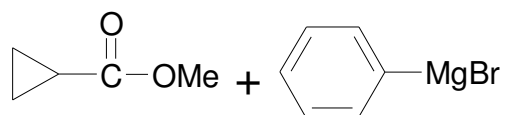
17. Escriba el nombre IUPAC para:

- a- HCOOCH_3
- b. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

18. Escriba la estructura de:

- a. etanoato de 3-pentilo
- b. 2-metilpropanoato de etilo

19. Escriba la estructura del alcohol terciario que se obtiene de:



20. Escriba la formula estructural de:

- a) anhídrido butanoico
- b) anhídrido benzoico

21. Escriba la ecuación para la reacción de anhídrido acético con 1-butanol

22. Escriba las ecuaciones para las reacciones del anhídrido acético con:

- a. agua
- b. 1-butanol
- c. amoniaco

Guía N° 10**Tema:** COMPUESTOS NITROGENADOS**Objetivos:**

- Reconocer la función amino y los compuestos mas representativos de esta familia
- Analizar la estructura de las aminas y su influencia sobre las propiedades físicas de las mismas
- Estudiar las principales reacciones que experimentan las aminas

Introducción Teórica

Las aminas son compuestos orgánicos relacionados con el amoniaco donde se ha reemplazado uno, dos o tres hidrógenos del amoniaco por grupos orgánicos alquilos o arilos. De acuerdo al numero de radicales alquilo o arilo que presentan pueden clasificarse como aminas primarias (RNH_2), secundarias (R_2NH) o terciarias (R_3N). Según el sistema de nomenclatura común se nombran especificando los grupos que se hallan unidos al nitrógeno y añadiendo el sufijo *-amina*, según la IUPAC el grupo amino, $-\text{NH}_2$, se nombra como sustituyente. Las aminas aromáticas se nombran como derivados de la anilina

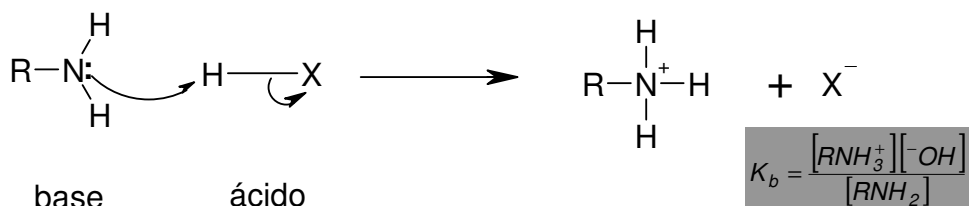
❖ Propiedades Físicas

De manera general, las aminas presentan puntos de ebullición mayores que alcanos de PM similares pero menores que la de alcoholes.

Las aminas primarias y secundarias pueden actuar como donoras y aceptoras de puente Hidrogeno por lo cual presentan mayores P_{eb} y son solubles en agua. Las aminas terciarias carecen de este tipo de interacción, solo actúan como aceptoras y presentan menores P_{eb} .

Basicidad de las aminas

La tendencia del átomo de nitrógeno a compartir su par electrónico libre caracteriza el comportamiento químico de las aminas (bases de Brönsted)

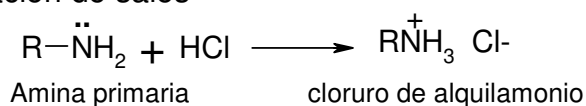


Al igual que para los ácidos resulta mas practico expresar la basicidad de las aminas con los valores de pK_b . En la tabla que se muestra a continuación se indican los valores de pK_b de algunas aminas representativas:

Aminas	K_b	pK_b
Amoniaco	1.8×10^{-5}	4.74
Metilamina	4.3×10^{-4}	3.36
Dimetilamina	5.3×10^{-4}	3.28
Trimetilamina	5.5×10^{-5}	4.26
Etilamina	4.4×10^{-4}	3.36
Anilina	4.0×10^{-10}	9.40
<i>N</i> -metilanilina	6.1×10^{-10}	9.21
<i>N,N</i> -dimetanilina	11.6×10^{-10}	8.94
<i>p</i> -cloroanilina	1.0×10^{-10}	10.0

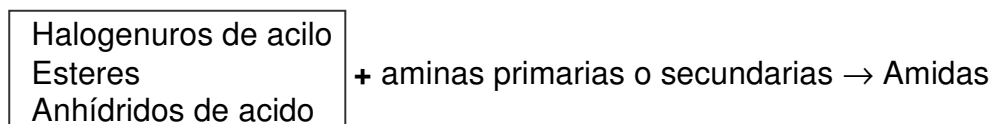
❖ Propiedades Químicas

1- Formación de sales

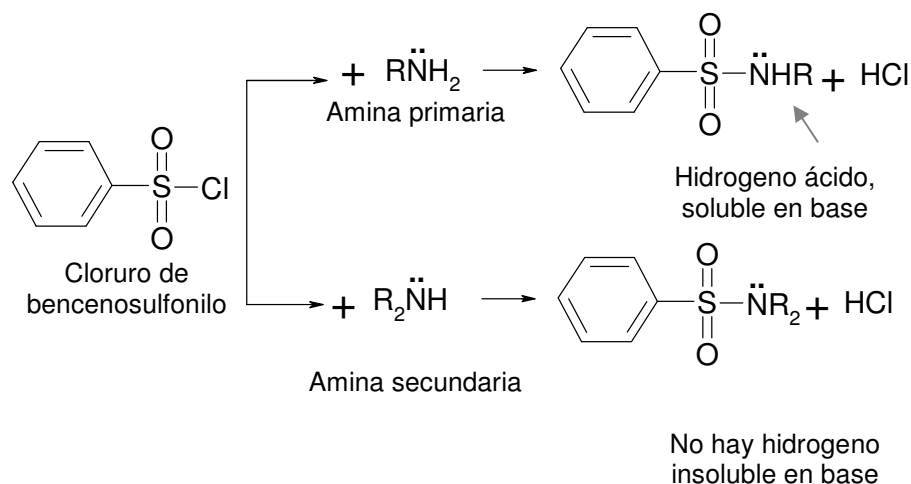


2- Acilación

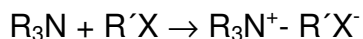
Las aminas son nucleófilos con nitrógeno (*Sustitución nucleofílica de acilo*)



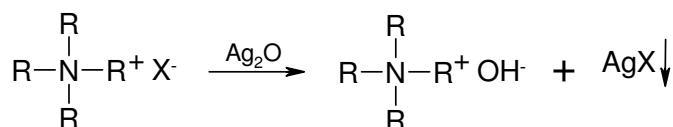
3- Prueba de Hinsberg: sulfonamidas



Las aminas terciarias, al carecer de hidrógenos ácidos prácticamente no reaccionan.

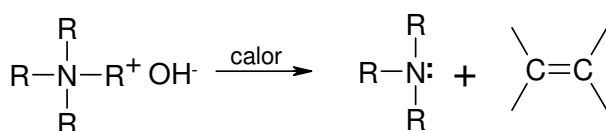
4- Alquilación de aminas: sales cuaternarias de amonio**5- Sustitución anular en aminas aromáticas**

Los grupos $-NH_2$, $-NHR$ y $-NR_2$ son activantes (hacen el anillo mas reactivo) y son directores *orto*, *para*, para la sustitución del anillo aromático.

6- Eliminación de Hoffman (aminas como grupos saliente)

Sal de amonio
cuaternario

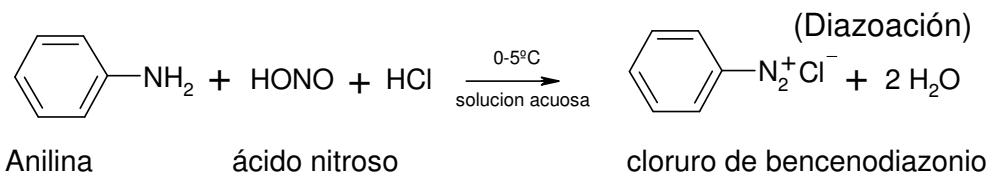
Hidróxido de amonio
cuaternario



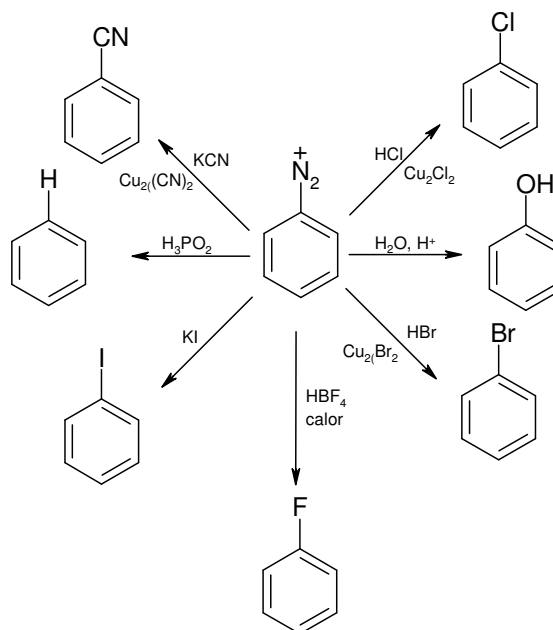
Amina alqueno

7- Sales de arildiazonio

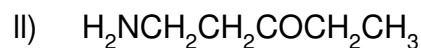
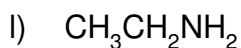
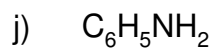
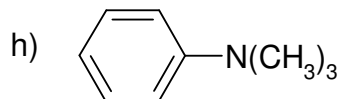
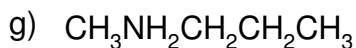
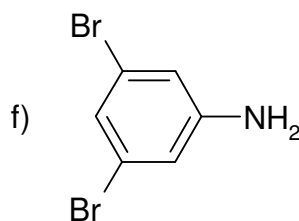
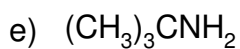
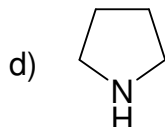
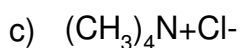
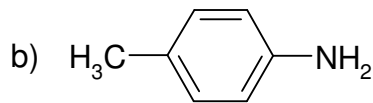
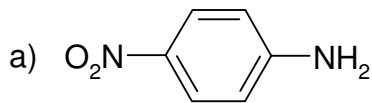
Las **aminas primarias** aromáticas reaccionan con ácido nitroso a $0^\circ C$ para formar *iones de arildiazonio*.



Las sales de arildiazonio son compuestos muy útiles como intermediarios sintéticos

**Problemas y ejercicios**

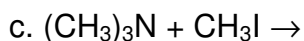
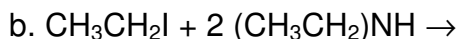
1. Dé el nombre a los siguientes compuestos y clasifíquelos como aminas primarias, secundarias o terciarias



2. Explique porque una amina terciaria $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ tiene un punto de ebullición mucho mas bajo que el de su isómero primario $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

3. Escriba una ecuación para la síntesis de bencilamina

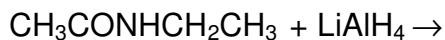
4. Complete las ecuaciones para las siguientes reacciones:



5. Proponga una síntesis de a partir de anilina

6. Desarrolle una síntesis de *p*-cloroanilina a partir de clorobenceno

7. Complete la reacción:



8. Los valores de pK_a del NH_4^+ y CH_3NH_3^+ son 9.30 y 10.64 respectivamente. ¿Cual es la base más fuerte?

9. Predecir los productos de las reacciones entre las aminas y los tipos de compuestos siguientes:

- a) cetonas y aldehídos
- b) Halogenuros de alquilo
- c) Cloruros de ácido
- d) Cloruros de sulfonilo
- e) Ácido nitroso

10. Para cada par de compuestos, diga cual es la base más fuerte y porque:

- a) anilina o *p*-cianoanilina
- b) anilina o difenilamina

11. Escriba un esquema que muestre como se puede separar una mezcla de *p*-toluidina, *p*-metilfenol y *p*-xileno

12. Dar una definición y un ejemplo para cada uno de los términos siguientes:

- a) Acilación de una amina
- b) Amina terciaria
- c) Metilación exhaustiva
- d) Eliminación de Hoffman

Bibliografía

- HART, H. HART, D., CRAINE, L. Química Orgánica. Novena Edición. Mc Graw-Hill. 1995.
- WADE, L.G. Jr. Química Orgánica. Segunda Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana. 1993.
- MORRISON y BOYD. Química Orgánica. Quinta Edición, Addison-Wesley Iberoamericana, 1990.
- MEISLICH, H; NECKAMKIN, H; SHAREFKIN, J. Química Orgánica. Segunda Edición. Mac Graw-Hill
- FERNANDEZ CIRELLI, A.; DELUCA, M. E.; DU MORTIER, C. Aprendiendo Química Orgánica. Segunda Edición. Editorial Eudeba. 2005.
- CORZO A. G. "GUIA DE ESTUDIO Y EJERCITACION SOBRE NOMENCLATURA ORGANICA". Serie Didáctica N° 18. Cátedra de Química Orgánica y Biológica. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. 2005.
- BAILEY, P. S.; BAILEY, C. A. Química Orgánica. Conceptos y aplicaciones. Quinta Edición. Pearson Prentice Hall. 1998.

Tabla periódica de los elementos

SISTEMA PERIÓDICO DE LOS ELEMENTOS

Capacidad	Configuración electrónica	s ¹	s ²	d ¹	d ²	d ³	d ⁴	d ⁵	d ⁶	d ⁷	d ⁸	d ⁹	d ¹⁰	p ¹	p ²	p ³	p ⁴	p ⁵	p ⁶	
2	1s																			
8	2s2p	Li 6,94 Litio	Be 9,01 Berilio																	
8	3s3p	Na 22,99 Sodio	Mg 24,31 Magnesio																	
18	4s3d4p	K 39,10 Potasio	Ca 40,08 Calcio	Sc 44,96 Escandio	Ti 47,88 Titanio	V 50,94 Vanadio	Cr 51,99 Cromo	Mn 54,94 Manganeso	Fe 55,85 Hierro	Co 58,93 Cobalto	Ni 58,71 Níquel	Cu 63,55 Cobre	Zn 65,38 Zinc							
18	5s4d5p	Rb 85,47 Rubidio	Sr 87,62 Estroncio																	
32	6s4f5d6p	Cs 132,91 Cesio	Ba 137,33 Bario	La 138,91 Lantano	Hf 178,49 Hafnio	Ta 180,95 Tantalio	W 183,85 Volframio	Re 186,21 Renio	Ru 101,07 Rutenio	Rh 102,91 Rodio	Pd 106,42 Paladio	Ag 107,87 Plata	Au 196,97 Oro							
32	7s5f6d7p	Fr [223] Francio	Ra [226] Hidrógeno	Ac [227] Actinio	Rf [261] Rutherfordio	Db [262] Dubnio	Sg [263] Seaborgio	Bh [264] Hidrógeno	Hs [265] Hassio	Mt [268] Meitnerio	Uun [269] Ununilium	Uuu [272] Ununium	Uub [277] Ununbium							

Configuración electrónica	f ¹	f ²	f ³	f ⁴	f ⁵	f ⁶	f ⁷	f ⁸	f ⁹	f ¹⁰	f ¹¹	f ¹²	f ¹³	f ¹⁴
Lantni dos	Ce 140,12 Cerio	Pr 140,91 Praseodimio	Nd 144,24 Neodimio	Pm [145] Promecio	Sm 150,35 Samario	Eu 151,96 Europio	Gd 157,25 Gadolinio	Tb 158,93 Terbio	Dy 162,50 Disprosio	Ho 164,93 Holmio	Er 167,26 Erbio	Tm 168,93 Terbio	Yb 173,04 Iterbio	Lu 174,97 Lutecio
Actinidos ?	Th 232,04 Torio	Pa [231] Protactinio	U 238,03 Uranio	Np [237] Neptunio	Pu [244] Plutonio	Am [243] Americio	Cm [247] Curio	Bk [247] Berquellio	Cf [251] Californio	Es [254] Einstenio	Fm [257] Fermio	Md [258] Mendelevio	No [259] Nobelio	Lr [260] Laurencio

Número atómico → **H** → Símbolo
 Masa atómica* → 1,008
 Nombre → Hidrógeno

* Un número entre paréntesis indica el número de masa atómica del isótopo conocido de vid media más larga.

Negro - sólido
 Azul - líquido
 Rojo - gas
 Violeta - artificial

Metales
 Semimetales
 No metales
 Gases nobles

Metales ↔ No metales

Orden de prioridad de grupos funcionales

Función	Nombre grupo	Grupo	Nombre compuesto
Ácido carboxílico	carboxilo	R-COOH	ácido ...oico
Éster	éster	R-COOR'	...ato de ...ilo
Amida	amido	R-CONR	amida
Nitrilo	nitrilo	R-C≡N	nitrilo
Aldehído	carbonilo	R-CHO	...al
Cetona	carbonilo	R-CO-R'	...ona
Alcohol	hidroxilo	R-OH	...ol
Fenol	fenol	-C ₆ H ₅ OH	...fenol
Amina (primaria)	Amino	R-NH ₂	...ilamina
(secundaria)	"	R-NHR'	...il...ilamina
(terciaria)	"	R-NR'R''	...il...il...ilamina
Éter	oxi	R-O-R'	...il...iléter
Hidr. etilénico	alqueno	C=C	...eno
Hidr. acetilénico	alquino	C≡C	...ino
Nitrocompuesto	Nitro	R-NO ₂	nitro...
Haluro	halógeno	R-X	X...
Radical	alquilo	R-	...il