

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
Secretaría Académica

M7

REFORMA ACADÉMICA DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR

*Selección de Lecturas*

y

*Guía del Alumno*

QUÍMICA, PRIMERA EDICIÓN 1995

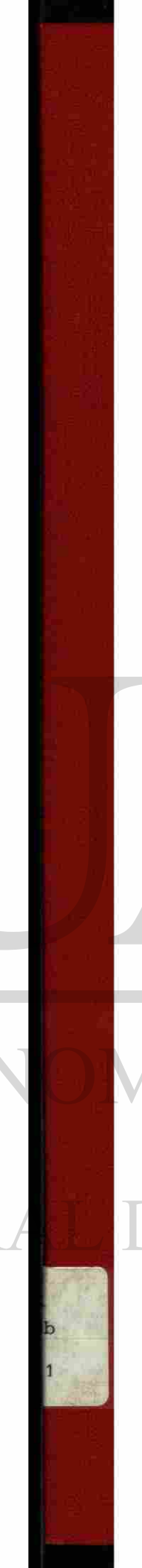
q

**Química III**

PRIMERA PARTE

b  
1

QD40  
U53Q  
1995  
v. 7  
pte.



0120-22760

QD40  
U530  
19956  
v.7  
pte.1



1020124208

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

COMITE DE QUIMICA

- MC Blanca E. Villarreal de Salinas
- LCB y Lic. Fany Cantú Cantú
- QFB Manuela Treviño de Ortega
- LQI Sylvia Magda Sánchez Mtz.
- QFB Virginia Hinojosa Cárdenas

INDICE

|  |      |
|--|------|
| Presentación   | Pág. |
| Objetivo General   | 5    |
| Estructura Conceptual de Módulos 7 (Módulo 6 para secuencias técnicas) | 10   |

### UNIDAD XI. Carbono Base de las sustancias orgánicas y

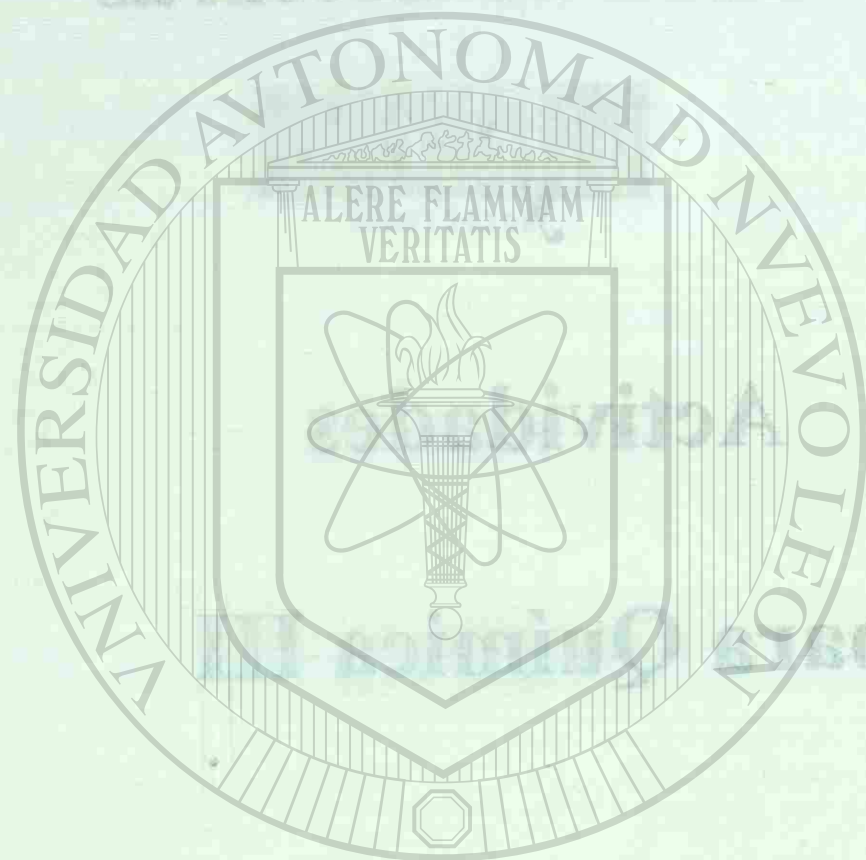
|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Objetivo y Estructura Conceptual | 11 |
| Programa                         | 12 |
| Metas de Unidad                  | 13 |
| Actividades                      | 14 |
| Actividades                      | 15 |
| Actividades                      | 16 |
| Ejercicios de Unidad             | 17 |
| Aprobación                       | 18 |

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| UNIDAD XII. Alcenos              | Pág. |
| Objetivo y Estructura Conceptual | 60   |
| Programa                         | 61   |
| Metas de Unidad                  | 63   |
| Ejercicios (Alcenos)             | 64   |
| Resumen de reacciones            | 74   |
| Actividades (Alcenos)            | 75   |
| Ejercicios Alcenos               | 107  |
| Resumen de reacciones            | 126  |
| Actividades (Alquinos)           | 128  |

|  |      |
|--|------|
| UNIDAD XIII. Benceno, Base de las sustancias orgánicas | Pág. |
| Objetivo y Estructura Conceptual                       | 201  |
| Programa   | 203  |

## INDICE

|  | Pág. |
|--|------|
| Presentación al maestro.....   | 5    |
| Presentación al estudiante.....                                      | 7    |
| Objetivo General.....  | 9    |
| Estructura Conceptual de Módulo 7.....                               | 10   |
| (Módulo 6 para escuelas técnicas)                                    |      |
| <br>   |      |
| <b>UNIDAD XI. Carbono Base de las sustancias orgánicas</b>           |      |
| Objetivo y Estructura Conceptual.....                                | 11   |
| Programa.....  | 13   |
| Metas de Unidad.....   | 14   |
| Lecturas.....  | 15   |
| Actividades.....   | 20   |
| Actividades.....   | 29   |
| Actividades.....   | 39   |
| Ejercicios de Unidad.....  | 41   |
| Autoevaluación.....  | 46   |
| <br>   |      |
| <b>UNIDAD XII. Hidrocarburos alifáticos. Cadenas hidrocarbonadas</b> |      |
| Objetivo y Estructura Conceptual.....                                | 50   |
| Programa.....  | 51   |
| Metas de Unidad.....   | 53   |
| Lecturas ( Alcanos).....   | 54   |
| Resumen de reacciones.....   | 74   |
| Actividades ( Alcanos).....  | 75   |
| Lecturas( Alquenos).....   | 107  |
| Resumen de reacciones.....   | 126  |
| Actividades( Alquenos).....  | 128  |
| Lecturas ( Alquinos).....  | 144  |
| Lecturas (El petróleo).....  | 152  |
| Resumen de reacciones.....   | 161  |
| Actividades( Alquinos).....  | 163  |
| Ejercicios de Unidad.....  | 175  |
| Autoevaluación.....  | 194  |
| <br>   |      |
| <b>UNIDAD XIII. Benceno. Esencia de los compuestos aromáticos</b>    |      |
| Objetivo y Estructura Conceptual.....                                | 201  |
| Programa.....  | 203  |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FONDO  
UNIVERSITARIO

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| Metas de Unidad .....      | 204 |
| Lecturas .....             | 205 |
| Resumen de reacciones..... | 220 |
| Actividades.....           | 221 |
| Ejercicios de Unidad ..... | 234 |
| Autoevaluación.....        | 238 |

#### UNIDAD XIV. Derivados de hidrocarburos. Funciones químicas que identifican.

|   |     |
|---|-----|
| Objetivo y Estructura Conceptual.....     | 241 |
| Programa.....                             | 243 |
| Metas de Unidad.....                      | 245 |
| Lecturas ( Halogenuros de alquilo).....   | 246 |
| Actividades (Halogenuros de alquilo)..... | 258 |
| Lecturas ( Alcoholes ).....               | 266 |
| Actividades ( Alcoholes).....             | 279 |
| Lecturas ( Eteres).....                   | 288 |
| Actividades (Eteres).....                 | 293 |
| Lecturas (Aldehídos y Cetonas).....       | 296 |
| Actividades (Aldehídos y Cetonas).....    | 309 |
| Lecturas (Acidos Carboxílicos).....       | 315 |
| Actividades (Acidos Carboxílicos).....    | 327 |
| Lecturas (Aminas).....                    | 334 |
| Actividades (Aminas).....                 | 342 |
| Resumen de reacciones.....                | 348 |
| Ejercicios de Unidad.....                 | 354 |
| Autoevaluación.....                       | 372 |

#### UNIDAD XV. Compuestos orgánicos de importancia. Sustancias de la vida y del entorno

|  |     |
|--|-----|
| Objetivos y Estructura Conceptual..... | 379 |
| Programa.....                          | 381 |
| Metas de Unidad.....                   | 382 |
| Lecturas .....                         | 383 |

#### Recursos Didácticos

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Demostraciones ..... | 433 |
| Bibliografía.....    | 439 |

### PRESENTACIÓN AL ESTUDIANTE

#### PRESENTACION AL MAESTRO

Este libro presenta una recopilación de lecturas, tomadas de publicaciones actualizadas, que permitirán a los estudiantes cumplir con el programa establecido para el curso de QUIMICA III, además de fomentar en ellos, el placentero hábito de la lectura científica.

Las lecturas seleccionadas van desde el origen y desarrollo de la Química Orgánica hasta la aplicación de esta ciencia y su relación con el entorno.

En el presente libro se ha procurado utilizar la misma forma sistemática para cada una de las unidades tratadas:

- Estructura y clasificación
- Nomenclatura
- Propiedades físicas
- Propiedades químicas
- Métodos de obtención
- Usos e impacto en los ecosistemas

Se da mucha importancia al carácter tetraédrico del carbono, así como al manejo de la estructura en los hidrocarburos y al fenómeno de isomería, para estudiar posteriormente la nomenclatura de los compuestos, pues tenemos la seguridad de que los alumnos, cuando son capaces de comprender la estructura y el enlace en las moléculas orgánicas, pueden manejar con facilidad la química descriptiva de grupo funcionales.

Estamos conscientes que tomará más tiempo el que nuestros alumnos comprendan y utilicen con propiedad la nomenclatura sistemática para alcanos, pero una vez logrado el dominio en esto, nos daremos cuenta de la facilidad con la que aprenden a nombrar y a escribir las fórmulas estructurales de hidrocarburos insaturados y aromáticos, así como las de otros compuestos con grupos funcionales.

Es posible que al ver por primera vez el programa de QUIMICA III<sup>®</sup>, se piense que se manejan una gran diversidad de reacciones químicas, sin embargo, al revisar paso a paso el material que se presenta, caeremos en la cuenta de que una misma reacción es estudiada dos o más veces durante el desarrollo del curso, según el grupo funcional que se trabaje; ejemplo: en el método de obtención de alquenos se estudia la deshidratación de alcoholes, y esta misma reacción se estudia más adelante, como una propiedad química de estos compuestos.

Con el deseo de ayudar al estudiante, hemos incluido resúmenes de todas las reacciones tratadas, que servirán como guía de estudio. Así mismo, al finalizar cada tema se presenta un numeroso conjunto de actividades, que darán al alumno la oportunidad de reforzar cada concepto aprendido. Además, al término de cada unidad aparece un ejercicio final, que hemos llamado "ejercicios de unidad", con preguntas en creciente grado de dificultad que permitirán integrar conocimientos. Aparecen también en algunas unidades, una serie de problemas donde se pide determinar la estructura de los compuestos a partir de ciertas propiedades químicas, los cuales creemos presentarán un agradable reto para aquellos estudiantes, que estén más interesados en aplicar lo aprendido en la unidad y en usar su ingenio para resolverlos.

Todas las unidades incluyen al final una autoevaluación, donde el estudiante tendrá la oportunidad de familiarizarse con preguntas de opción múltiple y de relación entre columnas.

Por supuesto, estamos conscientes de que el tiempo en el salón de clases no es suficiente para que el estudiante resuelva toda las actividades sugeridas, pero tenemos plena confianza en que el maestro sabrá seleccionar aquellas que deberán resolverse en clase e indicará cuáles serán trabajo para realizar en casa.

Si nuestro alumno enfrenta por sí solo la resolución de los problemas, logrará, además de aumentar su capacidad de análisis y síntesis, su autoestima.

La última unidad contiene temas de química orgánica que siempre serán de interés para el ser humano. Estos permitirán que el alumno participe en la clase como expositor y pueda desarrollar el potencial que esto requiere, así como relacionar lo aprendido en cada unidad con su vida diaria.

Si a lo largo de este curso el alumno logra desarrollar su capacidad de asombro, su compromiso con la sociedad y con su ambiente, elevar su autoestima y gozar con el aprendizaje, nosotros los docentes habremos alcanzado las metas propuestas.

Cualquier comentario o sugerencia que sientan que puede mejorar el contenido de este libro será grandemente apreciado.

**COMITE DE QUIMICA**

## PRESENTACION AL ESTUDIANTE

Todos somos curiosos por naturaleza, por lo que creemos que alguna vez te habrás cuestionado acerca de las cosas que te rodean, de qué están formadas y cuáles son sus propiedades. En los cursos anteriores de Química, has tenido la oportunidad de aclarar algunas de tus dudas, sin embargo aún con esos conocimientos, no has logrado entender totalmente lo que son muchas de las sustancias que componen: nuestro organismo, los alimentos que ingerimos, las drogas que curan o que matan, la ropa que nos viste, los plásticos que han sustituido al vidrio y a los metales, los jabones y detergentes utilizados en la limpieza y tantas otras cosas más.

En este curso de la Química III pretendemos mostrarte, a través de lecturas seleccionadas, las respuestas a algunas de tus inquietudes, además de desarrollarte el placentero hábito por la lectura científica. El curso comprende la rama de la Química denominada Orgánica y se inicia desde su origen y desarrollo hasta su aplicación y relación con el entorno.

Este libro ha sido diseñado para ti, con la finalidad de estudiar y comprender los temas que conforman el programa de este módulo. El libro está dividido en cinco unidades (XI-XV) que corresponden a los temas principales del curso. Cada una se inicia con el objetivo de la unidad y la estructura conceptual de la misma, que como ya sabes, sirve para establecer las relaciones entre el tema principal de unidad con los subtemas de la misma y otras ciencias con las que se complementa.

En seguida se presentan, el programa de la unidad desarrollado por temas y subtemas, así como las metas que se desean alcanzar al finalizar el estudio de la misma, ya que pensamos que el primer paso para aprender algo, es saber lo que se está tratando de aprender. A continuación se desarrollan los temas de la unidad, repitiéndose en forma sistemática en todas las unidades los siguientes puntos:

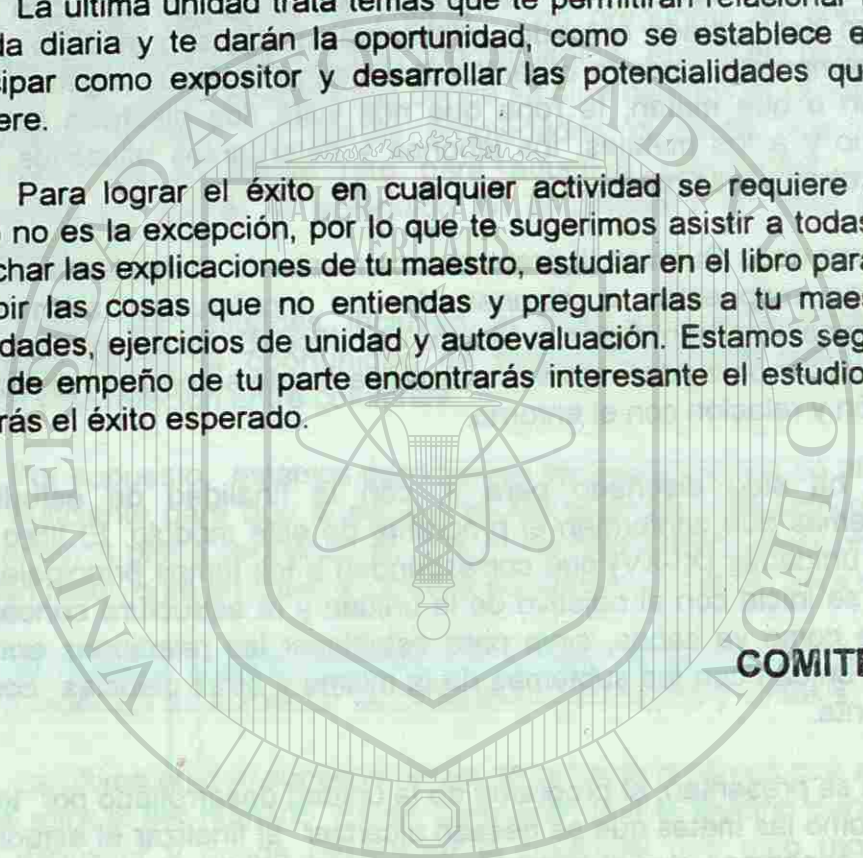
Estructura y clasificación  
Nomenclatura  
Propiedades físicas y químicas  
Métodos de obtención  
Usos e impacto en los ecosistemas

Al finalizar cada tema de la unidad se presenta un conjunto de actividades que te darán la oportunidad de reforzar cada concepto aprendido, ya que algunas de ellas las realizarás con la supervisión de tu maestro y otras las desarrollarás como tarea para la casa. La resolución de estas actividades es la mejor forma para que logres un aprendizaje verdadero.

Todas las unidades incluyen también un ejercicio final, el cual te permite integrar los conocimientos adquiridos además de la autoevaluación, donde tendrás oportunidad de familiarizarte con preguntas de opción múltiple y de relación entre columnas.

La última unidad trata temas que te permitirán relacionar lo aprendido con tu vida diaria y te darán la oportunidad, como se establece en las metas, de participar como expositor y desarrollar las potencialidades que esta actividad requiere.

Para lograr el éxito en cualquier actividad se requiere esfuerzo, y este curso no es la excepción, por lo que te sugerimos asistir a todas tus clases para escuchar las explicaciones de tu maestro, estudiar en el libro para resolver dudas, escribir las cosas que no entiendas y preguntarlas a tu maestro, trabajar las actividades, ejercicios de unidad y autoevaluación. Estamos seguros que con un poco de empeño de tu parte encontrarás interesante el estudio de la química y lograrás el éxito esperado.



COMITE DE QUIMICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIDAD XI

ESTRUCTURA DEL MODULO 7

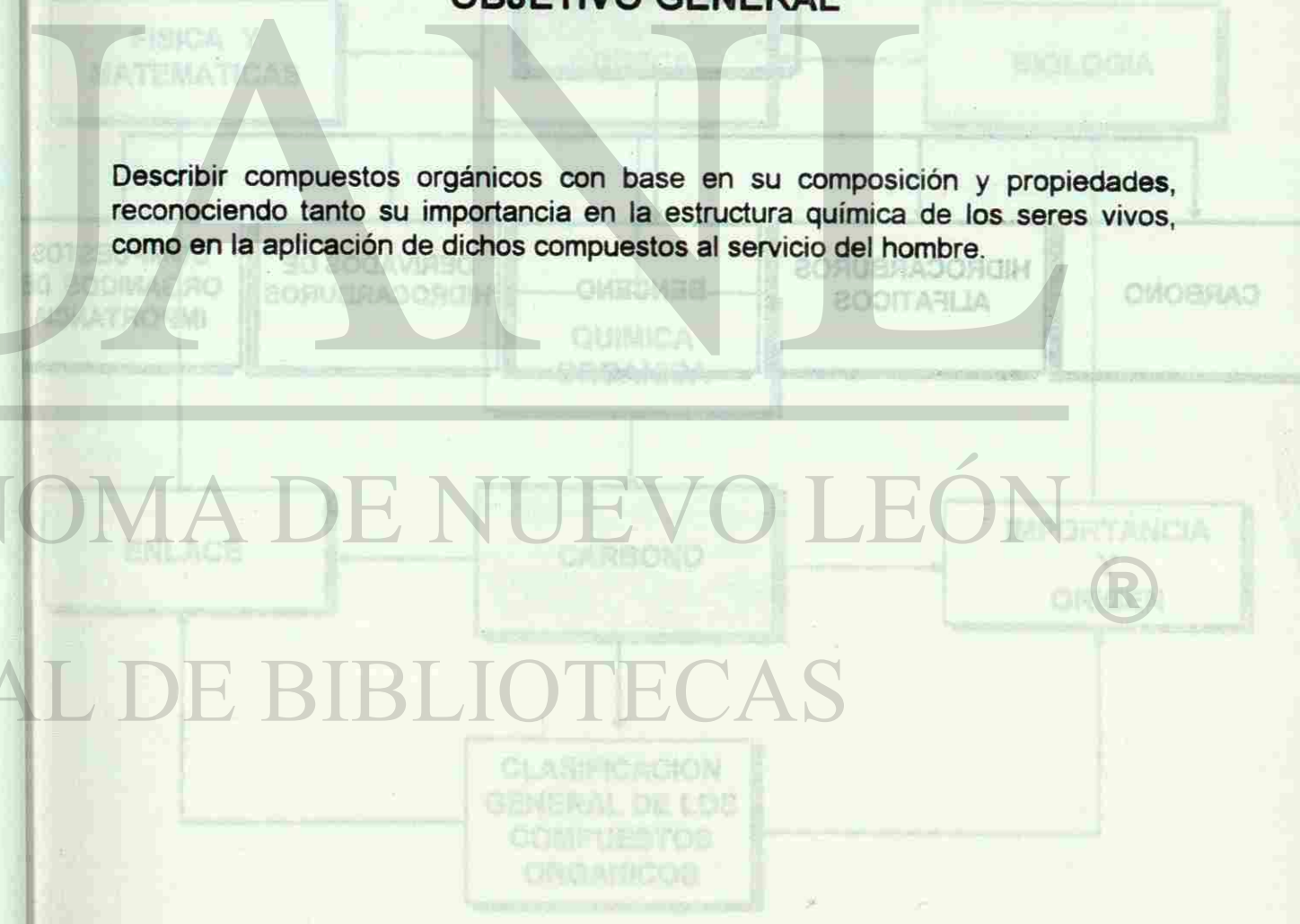
OBJETIVO DE UNIDAD

Explicar la tetravalencia del carbono, elemento esencial de las sustancias orgánicas.

MODULO 7

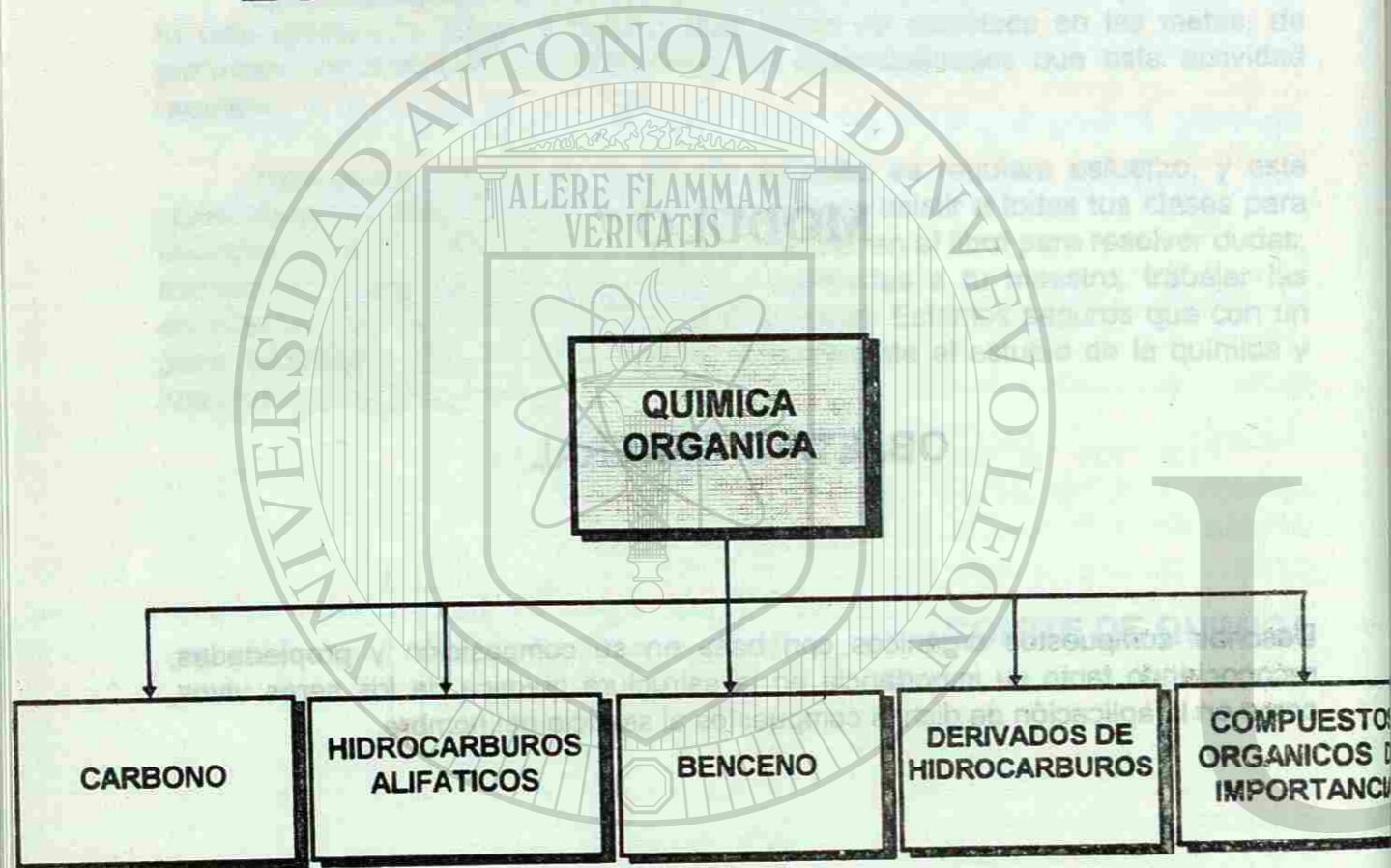
OBJETIVO GENERAL

Describir compuestos orgánicos con base en su composición y propiedades, reconociendo tanto su importancia en la estructura química de los seres vivos, como en la aplicación de dichos compuestos al servicio del hombre.





## ESTRUCTURA DEL MODULO 7



## UNIDAD XI

### Carbono. Base de las sustancias orgánicas

#### 1. La química orgánica. Su importancia

- Definición
- Desarrollo
- Diferencias entre química orgánica e inorgánica

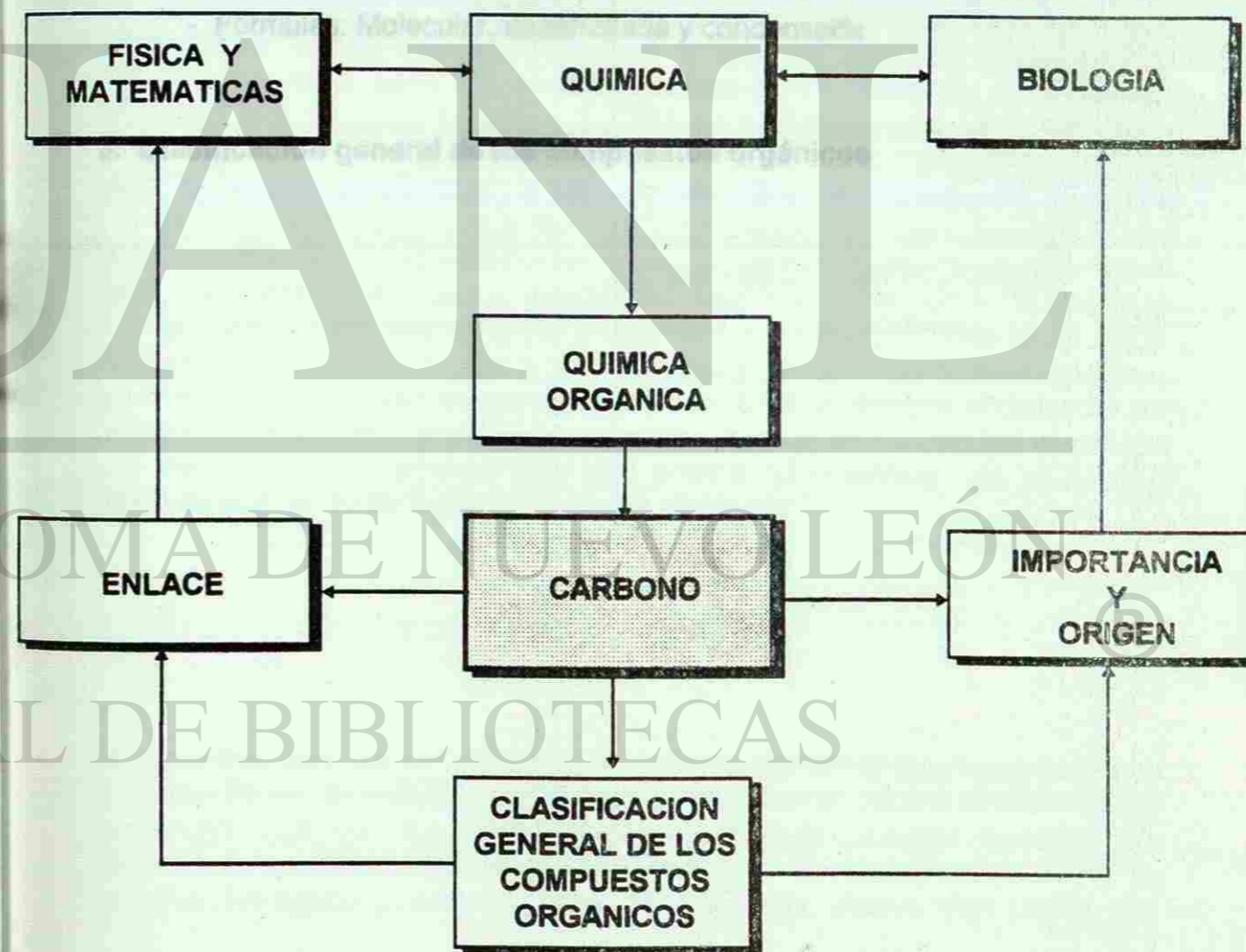
#### OBJETIVO DE UNIDAD

Explicar la tetravalencia del carbono, identificándolo como elemento esencial de las sustancias orgánicas.

#### 2. Enlace en los compuestos orgánicos

- Tetravalencia del carbono
- Hibridación
- Geometría molecular. Diferencias moleculares orgánicas e inorgánicas

#### ESTRUCTURA CONCEPTUAL



## UNIDAD XI

## Carbono. Base de las sustancias orgánicas

## 1. La química orgánica. Su importancia y origen

- Definición
- Desarrollo histórico
- Diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos

## 2. Enlace en los compuestos orgánicos

- Tetravalencia del carbono
- Hibridación: Orbitales híbridos  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$
- Geometría molecular: Orbitales moleculares sigma ( $\sigma$ ) y pi ( $\pi$ )
- Fórmulas: Molecular, desarrollada y condensada

## 3. Clasificación general de los compuestos orgánicos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### METAS DE UNIDAD

Al término de esta unidad, el estudiante:

1. Mencionará la definición de la Química Orgánica y explicará su importancia en el entorno.
2. Enunciará las diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos.
3. Describirá la tetravalencia del carbono en función de su distribución electrónica.
4. Explicará los tipos de hibridación  $sp^3$ ,  $sp^2$  y  $sp$  en el átomo de carbono.
5. Explicará la formación de enlaces moleculares sigma ( $\sigma$ ) y pi ( $\pi$ ), representando geoméricamente moléculas con enlaces sencillos, dobles y triples.
6. Representará moléculas orgánicas mediante sus fórmulas moleculares y estructurales.
7. Mostrará en un cuadro sinóptico la clasificación de los compuestos orgánicos, ejemplificando cada tipo.

## UNIDAD XI

### Carbono. Base de las sustancias orgánicas

#### Desarrollo histórico

Durante miles de años el hombre ha utilizado los compuestos orgánicos y sus reacciones. Su primer experimento deliberado con una reacción orgánica data probablemente desde el momento en que descubrió el fuego. Los antiguos egipcios utilizaban los compuestos orgánicos (índigo y alizarina) para teñir telas. La famosa "púrpura real" utilizada por los fenicios también era una sustancia orgánica obtenida de los moluscos. La fermentación de las uvas para producir el alcohol etílico y las características ácidas del "vino agrio" se describen en la Biblia y probablemente se conocían desde mucho antes.

La ciencia de la Química orgánica tiene menos de 200 años de existencia. La mayoría de los historiadores fijan su origen en la primera parte del siglo XIX. En un período anterior a 1850, los químicos pensaban que había algo que distinguía a los compuestos orgánicos y que no permitía que éstos se prepararan sino a partir de los organismos vivos. Todos los compuestos orgánicos que se conocían antes de 1828 se habían obtenido de organismos vivos y, por esta razón, se creyó que existía una "fuerza vital" indispensable para su formación. Durante la década de 1780, se estableció en forma incorrecta la diferencia entre *compuestos orgánicos* (obtenidos de organismos vivos) y *compuestos inorgánicos* (derivados de fuentes no vivientes). De 1828 a 1850 se sintetizaron varios productos "orgánicos" de otros típicamente "inorgánicos". La primera de estas síntesis la realizó Friedrich Wöhler en 1828. Wöhler encontró que la urea (un constituyente de la orina) podía prepararse calentando el compuesto inorgánico cianato de amonio. Aunque el concepto del "vitalismo" desapareció lentamente y no fue obsoleto en los círculos científicos sino hasta 1850, su desaparición hizo posible el desarrollo de la química orgánica que ha ido evolucionando desde esa fecha.



Aún mientras persistió el "vitalismo", se hicieron adelantos muy importantes en el desarrollo de los métodos cualitativos y cuantitativos para el análisis de las sustancias orgánicas. En 1784, Antonio Lorenzo de Lavoisier demostró por primera vez que los compuestos orgánicos se componían principalmente de carbono, hidrógeno y oxígeno. Entre 1811 y 1831, Justus Von Liebig, J.J.

Berzelius y J.B.A. Dumas desarrollaron métodos cuantitativos para determinar la composición de los compuestos orgánicos. En 1860 se aclaró una gran confusión cuando Stanislao Cannizzaro demostró que la hipótesis de Amadeo Avogadro (1811) podía utilizarse para diferenciar entre fórmulas empíricas y moleculares. Como resultado de esto, muchas moléculas que antes parecían tener la misma fórmula resultaron estar compuestas por diferentes números de átomos. Por ejemplo, el etileno, el ciclopentano y el ciclohexano, todos tienen la misma fórmula empírica:  $\text{CH}_2$ . Sin embargo, tienen diferentes fórmulas moleculares  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  y  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  respectivamente.

Entre 1858 y 1861, August Kekulé, Archibald Scott Couper y Alexander M. Butlerov, trabajando en forma independiente, sentaron las bases de una de las ideas más fundamentales en la Química orgánica: la *teoría estructural*. Propusieron que el carbono es *tetravalente* (o sea que forma cuatro enlaces) en sus compuestos y, lo que es más importante, que un átomo de carbono puede utilizar una o más de sus valencias para formar enlaces con otros átomos de carbono. En su publicación original, Couper representó estos enlaces mediante líneas, casi en la misma forma en que se representan las fórmulas en este libro. En su texto (publicado en 1861), Kekulé dió a la Química orgánica su definición moderna: un estudio de los compuestos del carbono.

En 1874, las fórmulas estructurales desarrolladas por Kekulé, Couper y Butlerov se expandieron a tres dimensiones en el trabajo independiente de J.H. Van't Hoff y J.A. Le Bel. Van't Hoff y Le Bel demostraron que los cuatro enlaces del átomo de carbono, por ejemplo, en el metano, están colocados de manera que apuntan hacia los vértices de un tetraedro regular, si se considera que el átomo de carbono está colocado en su centro. La necesidad de determinar esa distribución de los átomos en el espacio, junto con la comprensión del orden en que se conectan, es vital para entender la Química orgánica. Aspecto que será estudiado en la sección 2 de ésta Unidad.

### 1. La Química orgánica. Su importancia y origen.

La Química orgánica es la química de los compuestos del carbono. Los compuestos del carbono son el material del que están formados todos los organismos vivos que existen en este planeta. En los compuestos del carbono se incluye el ADN (las moléculas gigantes que, en una especie determinada, contienen toda la información genética), las moléculas que determinan si se tratará de hombres o mujeres, seres humanos o ranas, si tendrán ojos azules o de color café, si su cabello será negro o rubio y si en su vejez tendrán cabello gris o serán calvos. Los compuestos del carbono forman las proteínas de los músculos y de la piel. También constituyen las enzimas que catalizan las reacciones verificadas en nuestro organismo. El oxígeno que

respiramos del aire, junto con los compuestos de carbono de nuestra dieta aportan la energía que proporciona la vida.

La mayoría de los átomos de carbono a partir de los cuales se constituyen estas moléculas, han estado en este planeta desde que se formó. En los miles de millones de años que han transcurrido, estos mismos átomos de carbono han formado miles de millones de moléculas y diferentes organismos. Ahora sabemos que los organismos vivos no son estáticos en relación a su ambiente, sino que toman moléculas (y por lo tanto átomos) de ese ambiente en forma constante. Al mismo tiempo, los organismos continuamente expelen otros átomos (en forma de moléculas) que regresan al medio que los rodea. Cuando se reflexiona sobre esto, no es tan extraño descubrir que algunos de los átomos de carbono que ahora son parte de las moléculas de nuestro cuerpo, unas cuantas horas antes eran parte del huevo que tomamos en el desayuno. Antes de eso, estos mismos átomos eran parte de un pollo y, todavía antes, parte del grano que el pollo comió. Lo que es más sorprendente y, quizá también agradable, es darse cuenta de que miles de átomos de carbono que actualmente forman parte de nuestro cuerpo alguna vez fueron parte de los cuerpos de Sócrates, Platón o Aristóteles.

Existen evidencias de que hace miles de millones de años la mayoría de los átomos de carbono presentes en este planeta se encontraban en forma de gas metano. Esta molécula orgánica simple,  $\text{CH}_4$ , combinada con agua, amoníaco e hidrógeno eran los constituyentes principales de la atmósfera primordial. Se cree que al pasar los relámpagos y las radiaciones de alta energía a través de la atmósfera, muchas de estas moléculas se fragmentaron en partes sumamente reactivas. Estas partes se combinaron de nuevo para formar compuestos más complejos. En esta forma se produjeron compuestos llamados aminoácidos, formaldehído, purinas y pirimidinas. Estos y otros compuestos que se produjeron en la misma forma fueron llevados por la lluvia hasta el mar. El mar fue cada vez más abundante en moléculas orgánicas hasta que llegó a ser un vasto almacén que contenía todos los compuestos necesarios para el origen de la vida.

### Diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos.

Como ya se describió en la sección anterior, la división de la Química en inorgánica y orgánica tiene sus orígenes en circunstancias históricas. A continuación, se enlistan en la Tabla 11.1, las principales diferencias existentes entre los compuestos orgánicos y los inorgánicos.

**Tabla 11.1 Principales diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos**

| Compuestos orgánicos  | Compuestos inorgánicos   |
|---|--|
| 1. Contienen carbono, casi siempre hidrógeno y con frecuencia oxígeno, nitrógeno, azufre, halógenos y fósforo.  | 1. Están constituidos por combinaciones entre los elementos de la tabla periódica. |
| 2. El número de compuestos que contienen carbono es mucho mayor que el de los compuestos que no lo contienen.   | 2. El número de compuestos es mucho menor que el de los compuestos orgánicos.      |
| 3. El enlace más frecuente es el covalente.   | 3. El enlace más frecuente es el iónico.   |
| 4. Los átomos de carbono tienen capacidad de combinarse entre sí por enlace covalente, formando largas cadenas, propiedad llamada concatenación.  | 4. No presentan concatenación.   |
| 5. Presentan isomería; es decir, una fórmula molecular puede referirse a dos o más compuestos. Ejemplo: la fórmula $C_2H_6O$ puede representar al alcohol etílico o al éter dimetílico. | 5. No presentan isomería.  |
| 6. La mayoría son combustibles.   | 6. Por lo general, no arden.   |
| 7. Se descomponen fácilmente por el calor.  | 7. Resisten temperaturas elevadas.   |
| 8. Son gases, líquidos o sólidos de bajos puntos de fusión.   | 8. Por lo general, son sólidos de puntos de fusión elevados.                       |
| 9. Generalmente son solubles en disolventes orgánicos, como éter, alcohol, benceno, cloroforno, etc.  | 9. Generalmente, son solubles en agua.   |
| 10. Pocas soluciones de sus compuestos se ionizan y conducen la corriente eléctrica.  | 10. En solución, la mayoría se ionizan y conducen la corriente eléctrica.          |
| 11. Las reacciones son lentas y rara vez cuantitativas.   | 11. Reaccionan, casi siempre, rápida y cuantitativamente.                          |

## Resuelve la Actividad 11.1

### Lectura de Enriquecimiento LE 11.1

#### Compuestos químicos orgánicos sintéticos

Durante varios siglos los químicos han aislado e investigado los compuestos químicos que se encuentran en la naturaleza. Estos compuestos se clasifican en dos grupos; los inorgánicos, que se aislaron de fuentes minerales, y los orgánicos, que se aislaron de fuentes vegetales y animales. Se descubrió que las plantas y los animales producen una variedad de compuestos mediante sus procesos vitales. Al hacer las investigaciones correspondientes, se descubrió que había un factor común a todos los compuestos orgánicos; y era que todos ellos contenían carbono. Hoy, los orgánicos constituyen un grupo especial de compuestos que contienen carbono. Los compuestos inorgánicos están formados por una amplia variedad de otros elementos y, exceptuando los carbonatos, cianuros y carburos, la mayoría de los compuestos inorgánicos carecen de carbono.

Se realizaron grandes esfuerzos para determinar la composición de diversos compuestos que se encuentran en la naturaleza. Los químicos comenzaron a investigar los compuestos orgánicos y la capacidad del carbono para formar enlaces. Descubrieron que podían sintetizar algunos compuestos que eran químicamente equivalentes a los que se producían en la naturaleza. Además se dieron cuenta de que era posible sintetizar numerosos compuestos que no se encontraban en la naturaleza.

En otras palabras, pudieron crear nuevas combinaciones de elementos que no se sabía que existieran. Estos triunfos contribuyeron al desarrollo de una amplia tecnología en la que se produjeron compuestos químicos sintéticos de gran utilidad.

Hace varias décadas, las sustancias orgánicas sintéticas no eran productos de consumo común. Hoy, las sustancias artificiales rodean al hombre y se han incorporado a muchos de los artículos que usa. Los compuestos químicos orgánicos de tipo sintético se preparan a partir de moléculas naturales (casi siempre derivadas del petróleo) por medio de procesos químicos industriales que los convierten en moléculas más útiles.

La camisa o la blusa de poliéster que el lector puede estar usando está elaborada con una fibra sintética, y los botones de plástico y las tinturas que se emplean en las prendas de vestir son sintéticos también. Las losetas de vinilo o las alfombras son de plástico sintético, al igual que el material de los tacones.

El analgésico o las tabletas de vitamina que se ingieren contienen compuestos farmacéuticos, algunos de éstos sintéticos. El pan para el desayuno viene en envolturas de plástico e incluso dicho alimento puede contener aditivos alimenticios sintéticos como conservadores. También es probable que la manzana que usted coma tenga una pequeña cantidad de plaguicida sintético que se introduce en el organismo.

Ha sido enorme el aumento en las cantidades de compuestos químicos orgánicos de tipo sintético que se producen cada año en Estados Unidos. La producción anual de productos sintéticos ha aumentado considerablemente.

Entre estos productos sintéticos se incluyen plásticos, plastificantes, tinturas, plaguicidas, conservadores y compuestos farmacéuticos.

Existen ciertos problemas especiales de eliminación y contaminación relacionados con algunos productos sintéticos. Unos son resistentes a la desintegración bacteriana en el agua y el suelo, y persisten en el medio ambiente por mucho tiempo. Cuando se sepultan en rellenos de tierra, algunos plásticos pueden no degradarse durante cientos o miles de años. Cuando los detergentes comenzaron a utilizarse en la década de los cincuenta, el detergente sintético que se usaba en ellos no se biodegradaba con facilidad. Los niveles de detergentes aumentaron drásticamente en las aguas ambientales, provocando graves problemas de espumas. En 1965 casi todas las preparaciones comerciales de detergentes cambiaron en forma tal que contuvieran detergente más biodegradable. Algunos plaguicidas y compuestos orgánicos industriales no degradables son muy tóxicos para los animales y a ellos se ha adjudicado la muerte de peces, mientras que otros ocasionan el mal sabor y olor de peces y mariscos.

Dickson, T.R., "Química. Enfoque Ecológico", Limusa, 1992

### Actividad 11.1. Importancia y origen de la química orgánica.

Contesta las siguientes preguntas.

1. Investiga algunas etiquetas de productos comerciales empleados en el hogar y elabora una lista de los compuestos orgánicos en los mismos, que sean importantes en las siguientes áreas.

- Medicina
- Agricultura
- Alimentaria
- Doméstica

2. Con base en la respuesta anterior, explica la importancia de la Química orgánica en el entorno.

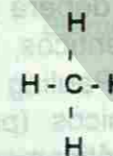
3. Explica por qué desapareció "la teoría vitalista" durante el desarrollo de la Química orgánica.

4. Menciona cómo surgieron las bases sobre la teoría estructural del átomo de carbono.

5. Cita las principales diferencias entre los compuestos inorgánicos y orgánicos.

### 2. Enlace en los compuestos orgánicos

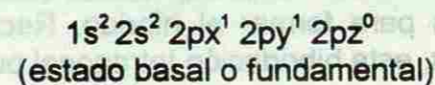
Al observar el comportamiento del metano que es el compuesto más sencillo de la serie de los alcanos, se encuentra experimentalmente que los enlaces con cada uno de los cuatro hidrógenos son equivalentes y que, además, estos enlaces se dirigen hacia los vértices de un tetraedro regular.



¿Cómo explicar esa tetravalencia del carbono? ¿Cómo explicar que el metano tiene en el espacio la forma de un tetraedro regular o pirámide tetragonal?

¿Cómo explicar la unión del carbono a otros átomos de carbono para formar cadenas (concatenación)?

Recordemos la distribución electrónica del carbono y su posición en el grupo IVA de la Tabla periódica ( ${}_{6}\text{C}$ )



La tetravalencia del carbono no puede ser explicada mediante esta configuración en estado basal, ya que aquí existen dos orbitales puros desapareados ( $px^1$  y  $py^1$ ) y uno vacío ( $pz^0$ ), lo que daría por resultado un átomo de carbono con dos uniones covalentes y una covalente coordinada.

El problema salta a la vista: El carbono necesita compartir cuatro electrones para formar cuatro enlaces, por lo que es necesario modificar el modelo para poder explicar la tetravalencia. El carbono debe adoptar una configuración electrónica distinta a la configuración de estado fundamental. Haciendo pasar un electrón del orbital 2s lleno, al orbital 2pz vacante, el carbono adopta la nueva configuración de alta energía  $1s^2 2s^1 2px^1 2py^1 2pz^1$ .

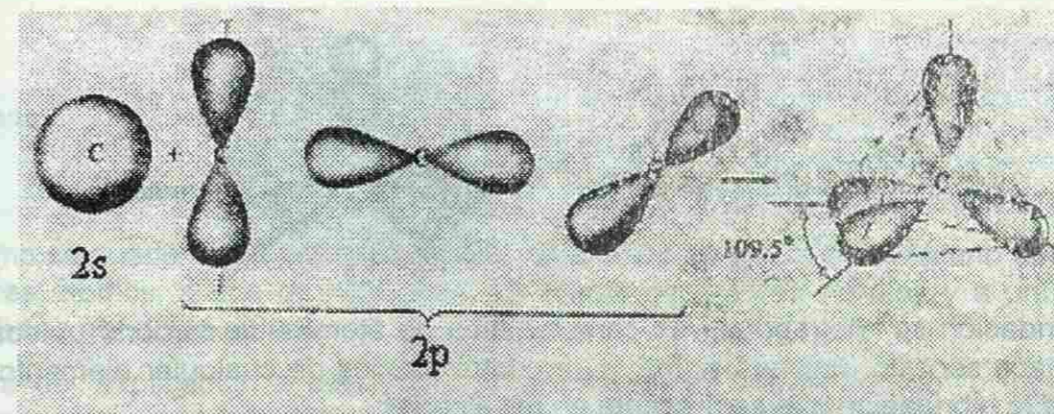


Este nuevo modelo ya explica la tetravalencia, pero no la equivalencia de los cuatro enlaces porque al formarse las uniones, habría tres enlaces iguales (con los orbitales p) y uno diferente (con el orbital s), lo que no corresponde a la equivalencia observada.

Entonces, el átomo de carbono deberá sufrir algún cambio en sus orbitales, que explique los cuatro enlaces idénticos, como es el caso de los cuatro enlaces C-H del metano ( $CH_4$ ). Linus Pauling dio la respuesta en 1931, al demostrar que los cuatro orbitales atómicos (puros) del último nivel de energía del carbono, se combinan matemáticamente (se hibridan) para dar lugar a la formación de orbitales híbridos, es decir, orbitales que resultan de un rearrreglo entre orbitales puros.

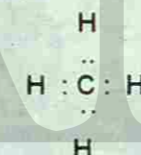
### Hibridación $sp^3$ o tetragonal

En este caso se han combinado el orbital 2s y los tres orbitales 2p, formándose cuatro orbitales atómicos híbridos equivalentes, con el mismo contenido energético, la misma forma y orientados simétricamente hacia los vértices de un tetraedro regular. Estos orbitales híbridos son llamados  $sp^3$  porque surgen de la combinación de un orbital 2s y tres orbitales 2p. Observe cómo el superíndice usado para identificar un orbital híbrido  $sp^3$  indica cuántos orbitales atómicos de cada tipo se combinan para formar el híbrido. Recordando la forma de los orbitales atómicos puros, esta hibridación tetragonal puede representarse así:



Cada uno de los orbitales híbridos quedan entre sí lo más alejado posible y se dirigen hacia las vértices de un tetraedro regular, por lo que a esta hibridación también se le llama tetragonal y es característica de los átomos de carbono totalmente saturados, como los alcanos. El ángulo entre cualquier par de orbitales  $sp^3$  es de  $109.5^\circ$ .

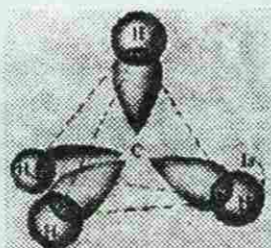
El más pequeño de los alcanos es el metano ( $CH_4$ ), donde cuatro átomos de hidrógeno ( $1s^1$ ) se enlazan a los cuatro orbitales híbridos del carbono tetragonal ( $sp^3$ ). La superposición de un orbital híbrido  $sp^3$  del carbono con un orbital atómico  $1s^1$  del hidrógeno forman un fuerte enlace C-H ( $s - sp^3$ ). A esta unión entre carbono  $sp^3$  e hidrógeno ( $s - sp^3$ ) se le denomina unión sigma ( $\sigma$ ), porque se efectúa direccionalmente a lo largo de la recta que une a los centros de los átomos. Como podemos observar en las figuras, se han formado cuatro orbitales moleculares sigma ( $\sigma$ ) que dan lugar a cuatro enlaces covalentes sencillos.



Estructura de Lewis para el metano

Para que se forme un enlace covalente, deben ubicarse dos átomos de manera tal que el orbital de uno de ellos traslape el orbital de otro átomo. Como cada orbital contiene un sólo electrón, al unirse ambos orbitales forman un orbital molecular y comparten ahora un par de electrones con espines opuestos (apareados); cada uno de los electrones dispone de todo el orbital molecular de enlace, por lo que puede considerarse como perteneciente a ambos núcleos atómicos.

Debemos insistir nuevamente en que, durante la hibridación y formación de enlaces C-H no se pierden orbitales. Un carbono con hibridación  $sp^3$  tienen cuatro orbitales híbridos, por lo tanto tiene cuatro electrones. Los cuatro átomos de hidrógeno también proporcionan cuatro orbitales  $1s^1$  y cuatro electrones. Por lo tanto, el metano tiene cuatro orbitales moleculares enlazantes C-H (cuatro enlaces covalentes)

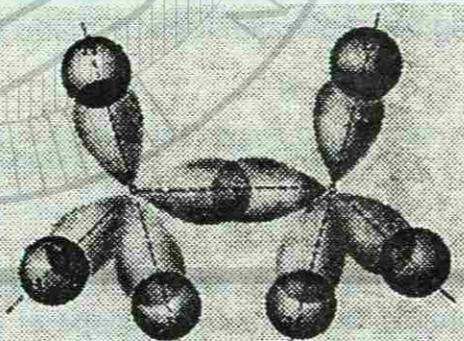


metano

La hibridación  $sp^3$  (tetragonal) es característica de átomos de carbono unidos por enlace sencillo (uniones sigma,  $\sigma$ ) a cuatro átomos de cualquier elemento. Es ésta la hibridación que se presenta en los alcanos.

El siguiente compuesto de la familia de los alcanos es el etano  $CH_3-CH_3$ . El mismo tipo de hibridación que explica la estructura del metano, explica cómo es que un átomo de carbono puede unirse a otro y otros más para hacer posible la existencia de millones y millones de compuestos orgánicos conocidos. El etano es la molécula más sencilla que contiene un enlace C-C.

En el etano se unen dos átomos de carbono por la superposición de dos orbitales  $sp^3$ , mediante unión sigma ( $\sigma$ ) donde cada átomo de carbono contribuye con un electrón para formar el enlace covalente C-C, donde se comparte un par de electrones. Este enlace C-C tiene una longitud de 1.54 Å. Cada carbono está unido a su vez, a tres hidrógenos ( $1s^1$ ) por unión sigma. Todos los ángulos de enlace del etano son muy cercanos al valor tetraédrico de  $109^\circ$ .



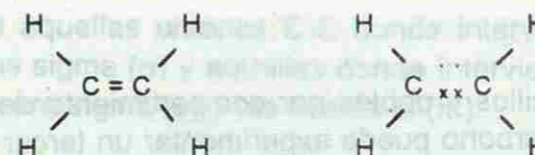
etano

### Resuelve la Actividad 11.2

#### Hibridación $sp^2$ o trigonal planar

Aunque la hibridación  $sp^3$  es el estado electrónico más común del carbono, no es la única posibilidad. Por ejemplo, consideremos el etileno,  $C_2H_4$ ; desde hace más de 100 años se reconoció que para que los carbonos del etileno ( $C_2H_4$ ) puedan tener cuatro enlaces deberán estar unidos entre sí por un doble enlace.

etileno

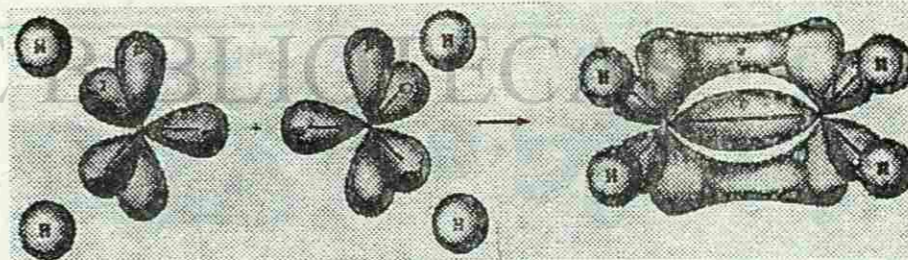


Como se puede observar, cada uno de los átomos de carbono del etileno se une a tres átomos; a dos de hidrógeno por medio de enlaces simples y a uno de carbono por doble enlace.

Para dar explicación a este modelo, se propone la hibridación  $sp^2$  o trigonal planar, que parte también del estado excitado del carbono ( $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ ). En esta hibridación se combinan el orbital  $2s^1$  con sólo dos de los tres orbitales  $2p$  disponibles. El resultado son tres orbitales híbridos llamados  $sp^2$ , y un orbital  $2p$  no-híbrido permanece sin cambio (puro). Los tres orbitales  $sp^2$  resultantes tienen el mismo contenido energético y la misma forma; dirigidos en el espacio hacia los vértices de un triángulo equilátero, por lo que forman ángulos de  $120^\circ$  entre sí. El orbital  $p$  no híbrido es perpendicular al plano  $sp^2$ , como lo muestra la figura.



La hibridación  $sp^2$  es característica de alquenos. Al igual que los orbitales híbridos  $sp^3$ , los orbitales híbridos de un carbono  $sp^2$  puede unirse direccionalmente con otro carbono  $sp^2$ , formando un enlace covalente sigma por superposición  $sp^2-sp^2$ . Cuando esto ocurre, los orbitales  $p$  no-híbridos de cada carbono también se aproximan mutuamente pero en forma paralela a fin de formar un enlace pi ( $\pi$ ). La combinación de superposiciones sigma ( $sp^2-sp^2$ ) y pi ( $2p-2p$ ) da por resultado el compartimiento neto de cuatro electrones y la formación de un doble enlace C = C. Para completar la estructura del etileno sólo se necesita que cuatro hidrógenos se unan por medio de enlaces sigma ( $\sigma$ ) ( $sp^2-s$ ) a los cuatro orbitales  $sp^2$  formando otros cuatro enlaces covalentes, dando por resultado la molécula de eteno (etileno) que tiene estructura planar.



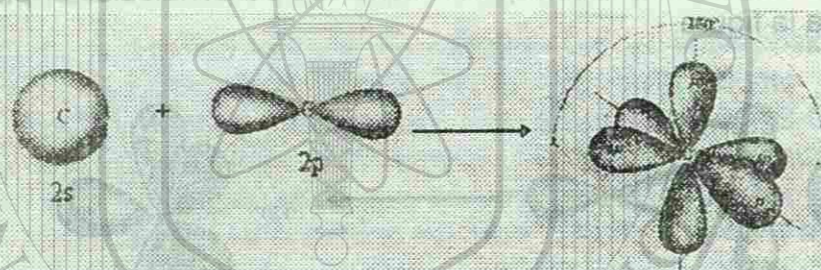


**Hibridación sp o lineal**

Además de enlaces sencillos y dobles por compartimiento de un par y de dos pares de electrones, el carbono puede experimentar un tercer tipo de enlace al compartir tres pares de electrones. El acetileno, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, sólo puede describirse satisfactoriamente si se supone que contiene un triple enlace (C≡C), por lo que es necesario construir un tercer tipo de carbono híbrido, el sp, para explicar el triple enlace.

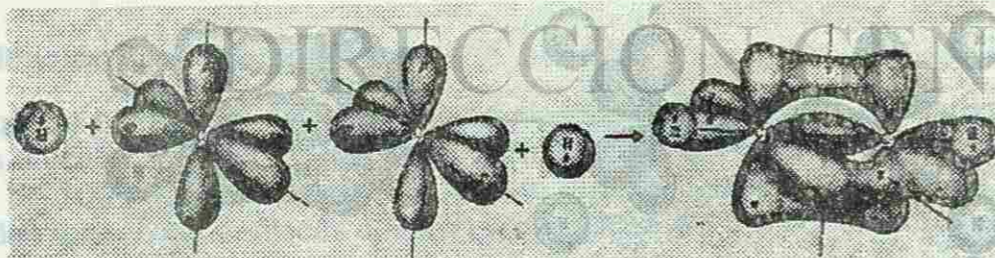


En este caso, un orbital 2s del carbono se combina con un sólo orbital p (px) resultando dos orbitales híbridos sp, mientras que dos orbitales p permanecen sin cambio. Los dos orbitales sp son lineales (separados 180° en el eje x), y los dos orbitales p restantes (puros) son perpendiculares con los ejes "y" y "z". Esta hibridación sp es característica de los alquinos.



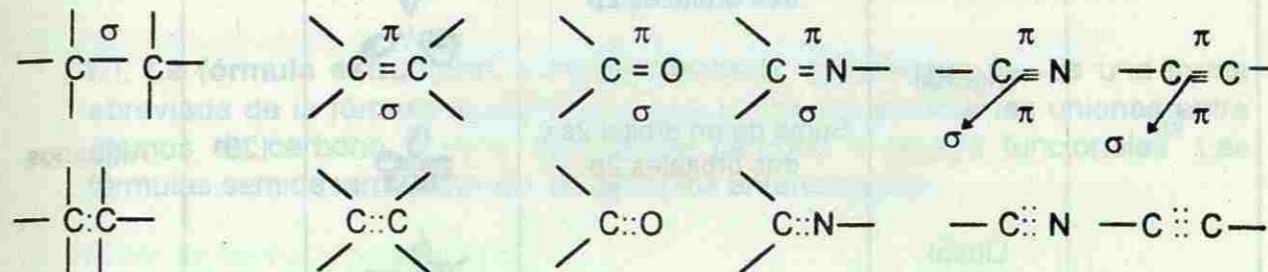
Si dos átomos de carbono con hibridación sp se aproximan entre sí, los orbitales sp de cada carbono pueden superponerse direccionalmente para formar un fuerte enlace sigma sp-sp. Además, los orbitales pz de cada carbono pueden formar un enlace pi (π) p<sub>z</sub>-p<sub>z</sub> por superposición paralela, y los orbitales py pueden superponerse de manera similar para formar otro enlace pi (π) p<sub>y</sub>-p<sub>y</sub>. El efecto neto es la formación de un enlace sigma (σ) y dos enlaces pi (π), lo que constituye un triple enlace carbono-carbono. Los orbitales híbridos sp restantes forman cada uno un enlace sigma con hidrógeno para completar la molécula de acetileno (etino).

Debido a la hibridación sp, el acetileno es una molécula lineal con ángulos de enlace H-C-C de 180°.



Podemos concluir que aquellas uniones C-C donde interviene sólo un par de electrones, son uniones sigma (σ) y aquellas donde intervienen varios pares de electrones, una unión será sigma (σ) y las demás pi (π).

La unión π es generalmente más débil que la unión σ.






La tabla 11.2 muestra los diferentes tipos de orbitales :

**Tabla 11.2 Tipos de Orbitales**

|                    |                 |                               |
|--------------------|-----------------|-------------------------------|
| <b>atómicos</b>    | puros           | s                             |
|                    |                 | p                             |
|                    |                 | d                             |
|                    |                 | f                             |
| <b>moleculares</b> | σ (direccional) | sp <sup>3</sup>               |
|                    |                 | sp <sup>2</sup>               |
|                    |                 | sp                            |
|                    |                 | π (no-direccional o paralelo) |

Tabla 11.3 Hibridación del átomo de carbono

| Hibridación | Otro nombre | Como ocurre                               | Dibujo  | Angulo         | Característico de |
|-------------|-------------|---|---|----------------|-------------------|
| $sp^3$      | Tetragonal  | Suma de un orbital 2s y tres orbitales 2p |  | $109^\circ 5'$ | Alcanos           |
| $sp^2$      | Trigonal    | Suma de un orbital 2s y dos orbitales 2p  |  | $120^\circ$    | Alquenos          |
| $sp$        | Lineal      | Suma de un orbital 2s y un orbital 2p     |  | $180^\circ$    | Alquinos          |

### Fórmulas moleculares, desarrolladas y semidesarrolladas.

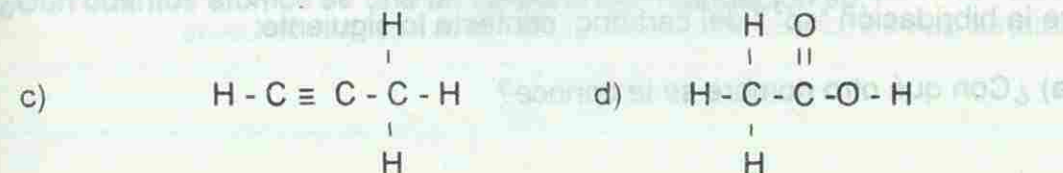
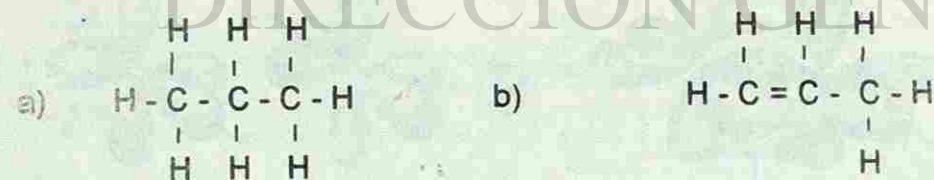
El uso de orbitales moleculares, aun cuando nos dice cómo está realmente la molécula en el espacio, no es un sistema práctico para escribir fórmulas de compuestos, ya que sería muy tardado y difícil, por lo cual debemos utilizar otra forma de representar estas moléculas, mediante fórmulas. Podemos utilizar tres tipos de fórmulas:

A). La **fórmula molecular** -Indica la clase y el número de átomos que constituyen a una molécula, sin describir el arreglo que existe entre ellos.

Ejemplos:



B). La **fórmula estructural, desarrollada** -Indica cómo están los átomos unidos entre sí, cada línea representa una unión entre dos átomos. Las fórmulas que corresponden a los ejemplos anteriores son:



C). La **fórmula estructural, semidesarrollada o condensada** -Es una forma abreviada de la fórmula desarrollada, que indica únicamente las uniones entre átomos de carbono o entre átomos de carbono y grupos funcionales. Las fórmulas semidesarrolladas de los ejemplos anteriores son:



Debido a que, en Química orgánica, una fórmula molecular puede corresponder a diferentes compuestos, es muy frecuente el uso de fórmulas semidesarrolladas que dan una idea de la distribución de los átomos en la molécula, y se escriben con cierta facilidad.

El uso de fórmulas moleculares no es adecuado en Química orgánica, ya que una misma fórmula molecular puede corresponder a diferentes compuestos (isómeros).

### Actividad 11.2 Hibridación $sp^3$

1. Describe lo que sucede al átomo de carbono para poder expresar la tetravalencia y la equivalencia de los cuatro enlaces carbono-hidrógeno del metano.

2. ¿En Química orgánica qué significa el término hibridación?

3. Sobre la hibridación " $sp^3$ " del carbono, contesta lo siguiente:

a) ¿Con qué otro nombre se le conoce?

b) Por medio de dibujos, explica cómo ocurre:

c) ¿Cuál es el ángulo de enlace?

d) ¿De qué tipo de compuestos es característica esta hibridación?

4. Traza la estructura del metano con orbitales, indicando los orbitales moleculares que se forman. Escribe también la estructura de Lewis.

5. Haz lo mismo que en el problema 4 pero para el propano  $CH_3-CH_2-CH_3$ .

6. ¿Con cuántos átomos se une un carbono con hibridación  $sp^3$ ?

7. ¿Qué tipo de unión se presenta en carbonos con hibridación tetraédrica?

8. ¿Cómo se forma una unión sigma?

### ACTIVIDAD 11.3 HIBRIDACION $sp^2$

1. Sobre la hibridación  $sp^2$  del carbono, contesta lo siguiente:

a) ¿Con qué otro nombre se le conoce?

b) Por medio de dibujos, explica cómo ocurre

c) ¿Cuál es el ángulo de enlace?

d) ¿De qué tipo de compuestos es característica esta hibridación?

2. Traza la estructura del eteno con orbitales, indicando los orbitales moleculares que se forman. Escribe también la estructura de Lewis.

3. Haz lo mismo que en el problema 2, para el propeno,  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$

4. ¿A cuántos átomos se une un carbono con hibridación  $\text{sp}^2$ ?

5. ¿Cómo se forma una unión  $\pi$  (pi)?

6. Cuando hay un doble enlace entre dos átomos, ¿qué tipo de uniones se presentan?

7. Un carbono con hibridación  $\text{sp}^2$ , ¿cuántos enlaces forma en total?

### ACTIVIDAD 11.4 HIBRIDACION $\text{sp}$

1. Sobre la hibridación "sp" del carbono, contesta lo siguiente:

a) ¿Con qué otro nombre se le conoce?

b) Por medio de dibujos, explica cómo ocurre

c) ¿Cuál es el ángulo de enlace?

d) ¿De qué tipo de compuestos es característica esta hibridación?

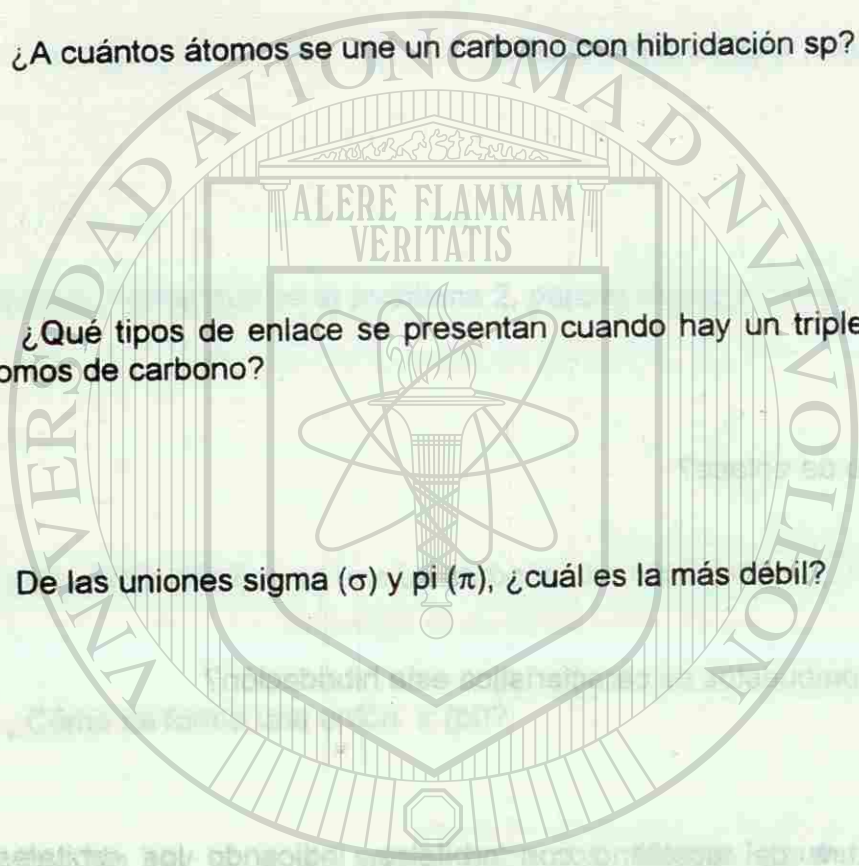
2. Traza la estructura del acetileno con orbitales, indicando los orbitales moleculares que se forman. Escribe también la estructura de Lewis.

3. Haz lo mismo que en el problema 2, pero para el propino,  $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{CH}$ .

4. ¿A cuántos átomos se une un carbono con hibridación  $sp$ ?

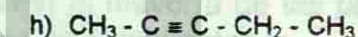
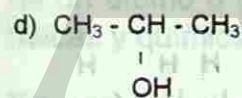
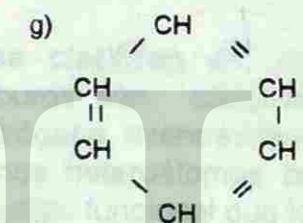
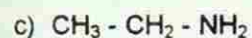
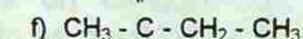
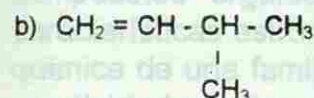
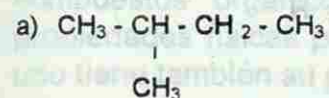
5. ¿Qué tipos de enlace se presentan cuando hay un triple enlace entre dos átomos de carbono?

6. De las uniones sigma ( $\sigma$ ) y pi ( $\pi$ ), ¿cuál es la más débil?



### ACTIVIDADES 11.5 Tipos de fórmulas

1. Escribe la fórmula molecular de los siguientes hidrocarburos y sus derivados, que están escritos en fórmula semidesarrollada.

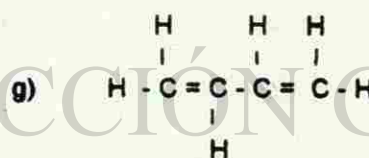
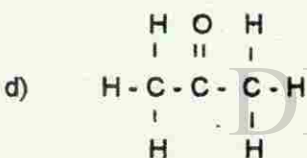
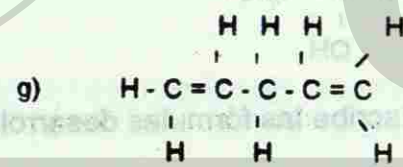
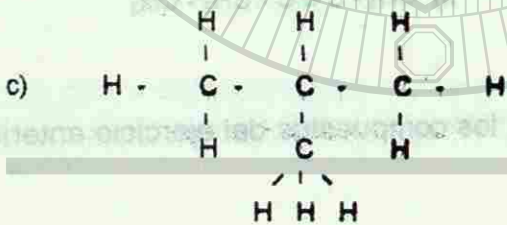
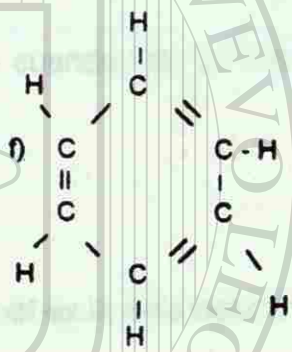
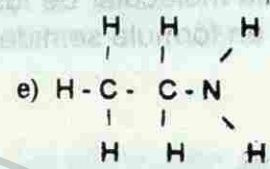
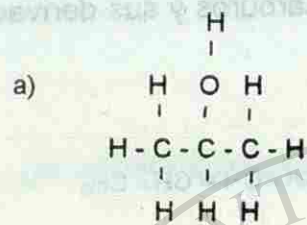


2.- Escribe las fórmulas desarrolladas para los compuestos del ejercicio anterior.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3. Escribe las fórmulas **semidesarrolladas** a partir de los siguientes ejemplos de fórmulas desarrolladas:



### 3. Clasificación de compuestos orgánicos

Según Chemical Abstracts, la valiosa publicación en la que se compendia y clasifica la bibliografía de la química, existen más de diez millones de compuestos orgánicos conocidos. Cada uno de estos compuestos tiene propiedades físicas particulares, como punto de fusión y de ebullición, y cada uno tiene también su propia reactividad química.

Los químicos han aprendido a través de muchos años de experiencia que los compuestos orgánicos pueden clasificarse en familias con base en sus características estructurales, y que a menudo es posible predecir la reactividad química de una familia dada. Así, los diez millones de compuestos con diversa reactividad pueden agruparse en algunas docenas de familias generales de compuestos orgánicos cuyo comportamiento químico es predecible de manera aproximada.

En general, los compuestos orgánicos se clasifican en: hidrocarburos y derivados de hidrocarburos. Los hidrocarburos son compuestos formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrógeno, mientras que los derivados de hidrocarburos contienen además, algunos heteroátomos como O, N, S, halógenos, etc., los cuales forman parte del grupo funcional que los identifica.

El grupo funcional corresponde a la parte más reactiva de la molécula y consta de un átomo o grupos de átomos, que imparten la mayoría de las propiedades físicas y químicas a los miembros de una clase de compuestos.

En general, el grupo funcional comprende la porción no hidrocarbonada de la molécula. Por ejemplo, en los alcoholes que tienen la fórmula general R - OH (donde R es un grupo alquilo), el grupo hidroxilo, -OH, es el grupo funcional. Los dobles y triples enlaces entre átomos de carbono se consideran grupos funcionales, porque son centros en los cuales pueden ocurrir reacciones de adición y, además, tienen efecto sobre los átomos adyacentes. La única clase de compuestos que no tiene grupo funcional es la de los alcanos.

Todos los miembros de una clase reaccionan con un determinado reactivo, por lo general, en las mismas condiciones, algunos más fácilmente que otros, lo que depende del resto de la molécula que consta de átomos de carbono e hidrógeno que varían en número y distribución.

La clasificación de compuestos orgánicos y de los grupos funcionales principales aparecen en las tablas 11.4 y 11.5 en donde R corresponde a un radical.

Tabla 11.4 Clasificación de Compuestos Orgánicos

## I. HIDROCARBUROS

Compuestos formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrógeno, se dividen en:

## a) ALIFATICOS

Estructuras de cadena abierta, pueden ser:

Alcanos

Alquenos

Alquinos

## b) ALICICLICOS

Formados por uno o varios anillos, pueden ser:

Cicloalcanos

Cicloalquenos

Cicloalquinos

## c) AROMATICOS

Anillos de seis átomos de carbono con dobles enlaces alternados

Ejemplo: benceno  
naftaleno

## II. DERIVADOS DE HIDROCARBUROS

Moléculas que contienen carbonos unidos a distintos heteroátomos (O,N,S,X), algunos de estos compuestos son:

a) Halogenuros de alquilo (R-X)

b) Alcoholes (R-OH)

c) Eteres (R-O-R)



d) Aldehídos (R-CH=O)

e) Cetonas (R-C(=O)-R)

f) Ácidos carboxílicos (R-C(=O)-OH)

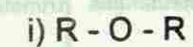
g) Aminas (R-NH<sub>2</sub>)

Tabla 11.5 Clasificación de grupos funcionales

| Clase       | Grupo funcional                 |  | Estructura general   | Ejemplo   | Nombre             |                      |
|-------------|---------------------------------|--|--|---|--------------------|----------------------|
|             | Nombre                          | Fórmula  |  |   | Sistemático        | Común                |
| Alcanos     | enlace sencillo carbono carbono | $\begin{array}{c}   &   \\ -C & -C- \\   &   \end{array}$                            | R-H  | CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>  | etano              | etano                |
| Alquenos    | doble enlace carbono carbono    | $\begin{array}{c} \diagup & \diagdown \\ C & = C \\ \diagdown & \diagup \end{array}$ | $\begin{array}{c} \diagup & \diagdown \\ C & = C \\ \diagdown & \diagup \end{array}$ | CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>  | eteno              | etileno              |
| Alquinos    | triple enlace carbono carbono   | -C≡C-  | -C≡C-  | CH≡CH   | etino              | acetileno            |
| Aromáticos  | arilo                           |   | Ar-H   | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>  | benceno            | benceno              |
| Halogenuros | halógeno                        | $\begin{array}{c} X \\   \\ -C- \\   \end{array}$<br>x = F, Cl, Br, I                | R-X  | CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -Cl  | cloruro de etilo   | cloruro de etilo     |
| Alcoholes   | oxhidrilo                       | -OH  | $\begin{array}{c} -CH_2-OH \\ \text{primario} \end{array}$                           | CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -OH  | etanol             | alcohol etílico      |
|             |                                 |  | $\begin{array}{c} R-CH-OH \\   \\ R' \\ \text{secundario} \end{array}$               | $\begin{array}{c} CH_3-CH-OH \\   \\ CH_3 \end{array}$  | 2-propanol         | alcohol isopropílico |
|             |                                 |  | $\begin{array}{c} R \\   \\ R'-C-OH \\   \\ R'' \\ \text{terciario} \end{array}$     | $\begin{array}{c} CH_3 \\   \\ CH_3-C-OH \\   \\ CH_3 \end{array}$  | 2-metil-2-propanol | alcohol ter-butílico |
| Eteres      | éter                            | -O-  | R-O-R  | CH <sub>3</sub> -O-CH <sub>3</sub>  | éter dimetilico    | éter dimetilico      |
| Aminas      | amina                           | $\begin{array}{c} \diagup & \diagdown \\ N \\ \diagdown & \diagup \end{array}$       | $\begin{array}{c} H \\   \\ R-N \\   \\ H \\ \text{primaria} \end{array}$            | CH <sub>3</sub> -NH <sub>2</sub>  | metilamina         | metilamina           |
|             |                                 |  | $\begin{array}{c} R-NH \\   \\ R' \\ \text{secundaria} \end{array}$                  | $\begin{array}{c} CH_3-NH \\   \\ CH_3 \end{array}$   | dimetilamina       | dimetilamina         |
|             |                                 |  | $\begin{array}{c} R-N-R'' \\   \\ R' \\ \text{terciaria} \end{array}$                | $\begin{array}{c} CH_3-N-CH_3 \\   \\ CH_3 \end{array}$   | trimetilamina      | trimetilamina        |
| Aldehídos   | aldehído                        | $\begin{array}{c} H \\   \\ C=O \\   \end{array}$                                    | -CHO   | CH <sub>3</sub> -CHO  | etanal             | acetaldehído         |
| Cetonas     | cetona                          | $\begin{array}{c} \diagup & \diagdown \\ C=O \\ \diagdown & \diagup \end{array}$     | $\begin{array}{c} R \\   \\ C=O \\   \\ R-CO-R' \end{array}$                         | $\begin{array}{c} CH_3 \\   \\ C=O \\   \\ CH_3-CO-CH_3 \end{array}$  | propanona          | acetona              |
| Ácidos      | carboxilo                       | $\begin{array}{c} O \\    \\ C \\   \\ OH \end{array}$                               | -COOH  | CH <sub>3</sub> -COOH   | ácido etanoico     | ácido acético        |

**Actividad 11.6 Clasificación de compuestos orgánicos**

Relacione las siguientes columnas, escribiendo junto a cada inciso la palabra que represente la clase de compuesto a la que pertenece.



Alquino

Alcohol

Alcano

Acido carboxílico

Amina

Cetona

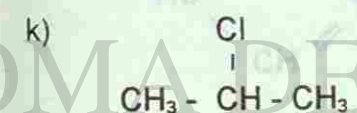
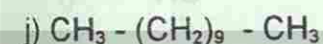
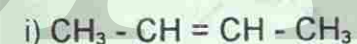
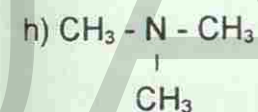
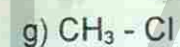
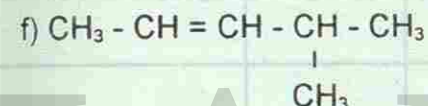
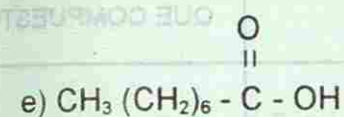
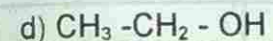
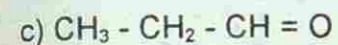
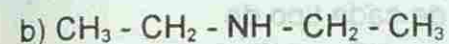
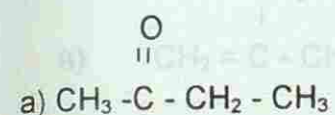
Alqueno

Eter

Halogenuro de alquilo

Aldehído

2. Encierra en un círculo el grupo funcional que caracteriza a cada uno de los siguientes ejemplos y escribe frente a éstos, la clase de compuesto a que pertenece:





EJERCICIOS DE UNIDAD

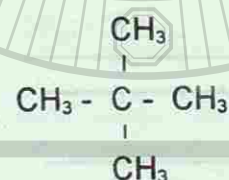
1.- En Química Orgánica, ¿qué es hibridar?

2. Completa el siguiente cuadro sobre las características de cada tipo de hibridación que sufre el carbono  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ .

| HIBRIDACION | OTRO NOMBRE | COMO OCURRE | DIBUJO DEL CARBONO HIBRIDO   | ANGULO | CARACTERÍSTICAS QUE COMPUESTO |
|-------------|-------------|-------------|--|--------|-------------------------------|
|             |             |             |  |        |                               |
|             |             |             |  |        |                               |
|             |             |             |  |        |                               |

3. Dibuja con orbitales los siguientes compuestos:

a) Neopentano



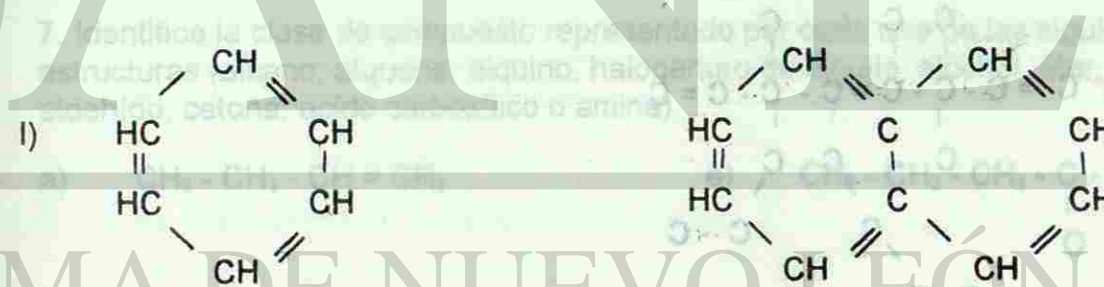
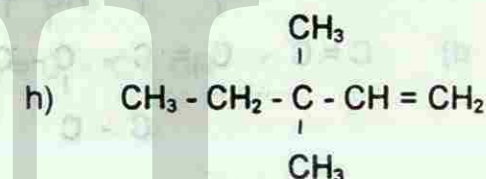
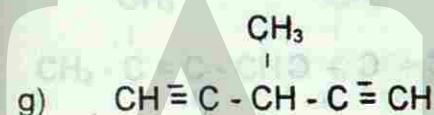
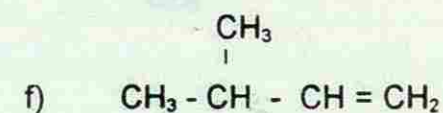
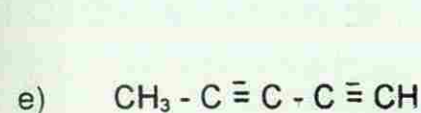
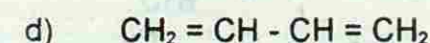
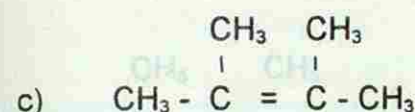
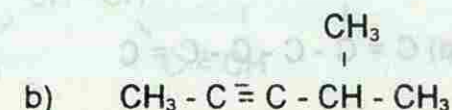
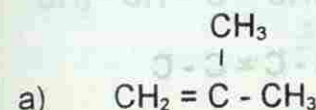
b) 1-buteno



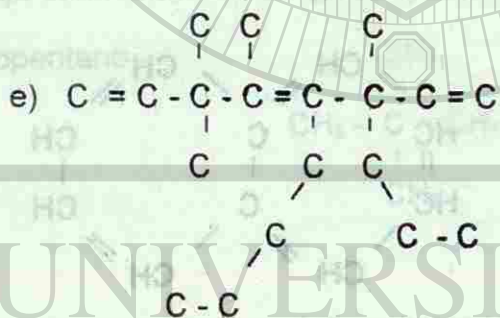
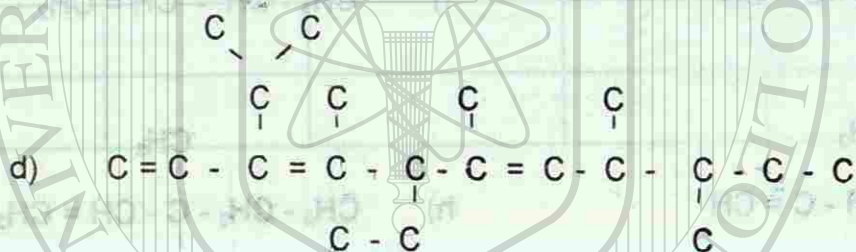
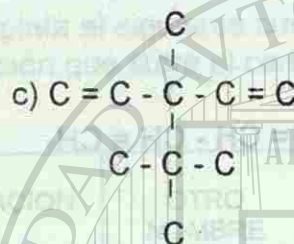
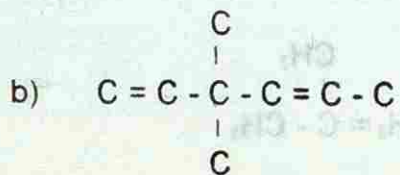
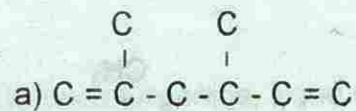
c) 2-butino



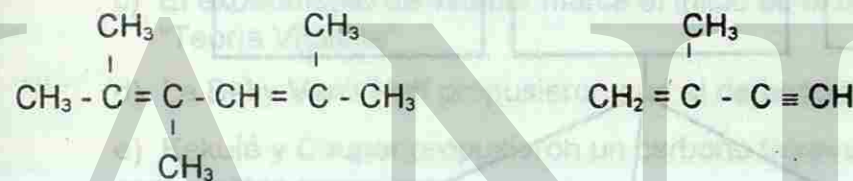
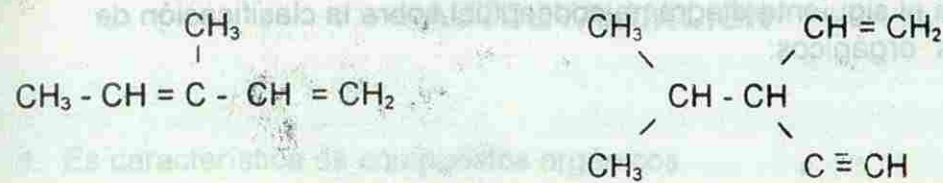
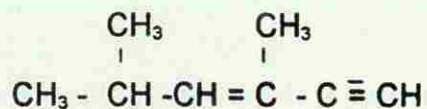
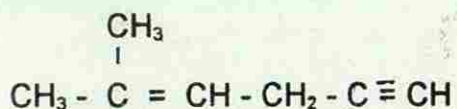
4. En los siguientes ejemplos, indica la hibridación que presenta cada átomo de carbono.



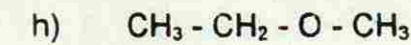
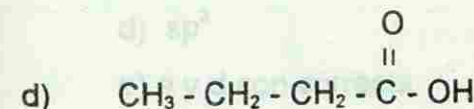
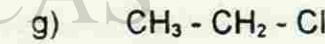
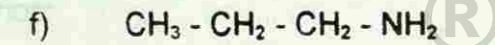
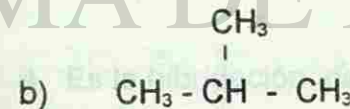
5. Completa con hidrógenos las siguientes cadenas de carbonos.



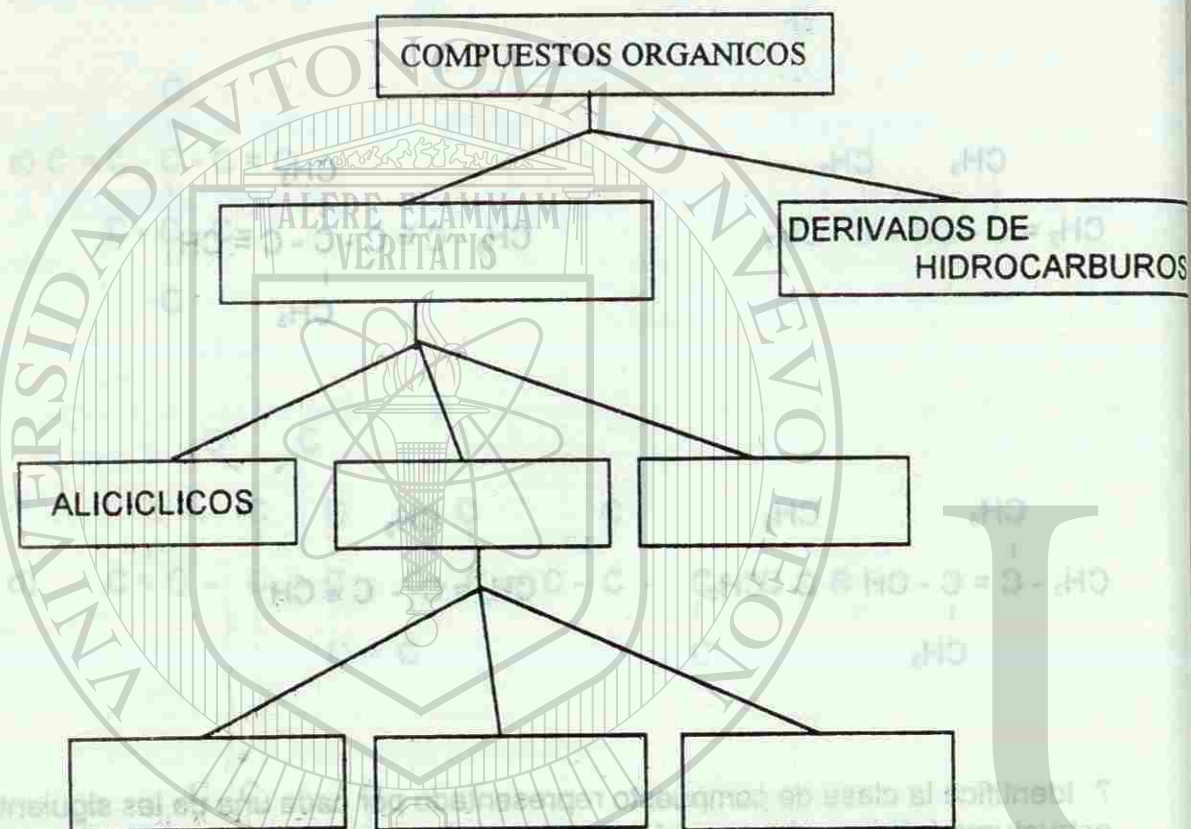
6. En las siguientes fórmulas de compuestos, encierra en un círculo los carbonos de hibridación  $sp^3$ , en un cuadro los carbonos de hibridación  $sp^2$  y en un triángulo los de hibridación  $sp$ .



7. Identifica la clase de compuesto representado por cada una de las siguientes estructuras (alcano, alqueno, alquino, halogenuro de alquilo, alcohol, éter, aldehído, cetona, ácido carboxílico o amina).



8. Completa el siguiente diagrama conceptual sobre la clasificación de compuestos orgánicos:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## AUTOEVALUACION

- Es característica de compuestos orgánicos
  - No presentan isomería
  - Presentan concatenación
  - Reacción rápida y cuantitativamente
  - La mayoría de los compuestos se ionizan en solución
  - La mayoría de sus soluciones conducen la corriente eléctrica
- Uno de los enunciados siguientes es falso. Márcalo.
  - Los compuestos orgánicos se encuentran solamente en seres vivos
  - La Química orgánica estudia los compuestos del carbono
  - El experimento de Wöhler marca el inicio de la desaparición de la "Teoría Vitalista"
  - Le Bel y Van't Hoff propusieron que el carbono es tetraédrico
  - Kekulé y Couper propusieron un carbono tetravalente en los compuestos orgánicos
- Un átomo de carbono con hibridación tetraédrica ( $sp^3$ ) presenta:
  - Cuatro uniones  $\pi$
  - Dos uniones  $\sigma$  y dos uniones  $\pi$
  - Cuatro uniones  $\sigma$
  - Tres uniones  $\sigma$  y una unión  $\pi$
  - Tres uniones  $\pi$  y una unión  $\sigma$
- Es la hibridación característica de alquenos:
  - Trigonal
  - Tetragonal
  - $sp^3$
  - $sp^2$
  - a y d son correcta
- La hibridación trigonal planar ( $sp^2$ ) sucede por la suma de :

- Un orbital 2s y tres orbitales 2p
- Un orbital 2s y dos orbitales 2p
- Un orbital 2s y un orbital 2p
- Cuatro orbitales atómicos puros
- Dos orbitales atómicos puros

6. Es el ángulo de la unión H-C-C en los alquinos

- $109^{\circ} 5'$
- $109^{\circ}$
- $180^{\circ}$
- $120^{\circ}$
- $90^{\circ}$

7. En el siguiente compuesto  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  se tienen:

- Dos carbonos con hibridación  $\text{sp}^3$  y dos con  $\text{sp}$
- Tres carbonos con hibridación  $\text{sp}^2$  y uno con  $\text{sp}$
- Dos carbonos con hibridación  $\text{sp}$  y dos con  $\text{sp}^2$
- Los cuatro carbonos tienen hibridación  $\text{sp}^2$
- Los cuatro carbonos tienen hibridación  $\text{sp}$

8. Son hidrocarburos:

- Aminas y alcoholes
- Alcanos y alquenos
- Alquinos y el benceno
- Eteres y ácidos carboxílicos
- b y c son correctos

9. Es la fórmula molecular de la siguiente estructura:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$

- $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
- $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$
- $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
- $\text{C}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$
- Ninguna de las anteriores

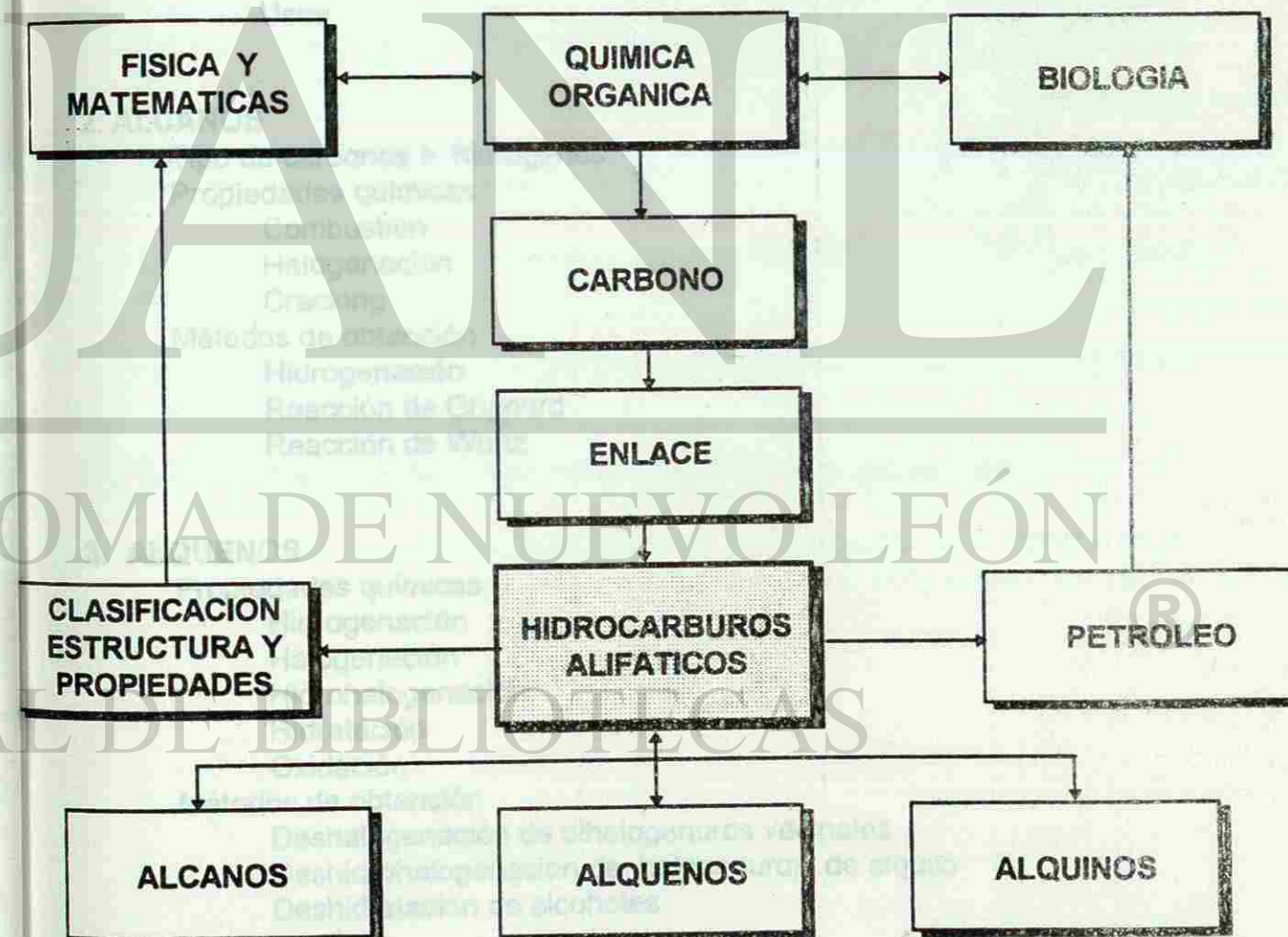
## UNIDAD XII

### Hidrocarburos alifáticos. Cadenas hidrocarbonadas

#### OBJETIVO DE UNIDAD

Describir los hidrocarburos alifáticos mediante su estructura y propiedades, considerando la necesidad del uso racional del petróleo como fuente principal de hidrocarburos.

#### ESTRUCTURA CONCEPTUAL



- Un orbital 2s y tres orbitales 2p
- Un orbital 2s y dos orbitales 2p
- Un orbital 2s y un orbital 2p
- Cuatro orbitales atómicos puros
- Dos orbitales atómicos puros

6. Es el ángulo de la unión H-C-C en los alquinos

- $109^{\circ} 5'$
- $109^{\circ}$
- $180^{\circ}$
- $120^{\circ}$
- $90^{\circ}$

7. En el siguiente compuesto  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  se tienen:

- Dos carbonos con hibridación  $\text{sp}^3$  y dos con  $\text{sp}$
- Tres carbonos con hibridación  $\text{sp}^2$  y uno con  $\text{sp}$
- Dos carbonos con hibridación  $\text{sp}$  y dos con  $\text{sp}^2$
- Los cuatro carbonos tienen hibridación  $\text{sp}^2$
- Los cuatro carbonos tienen hibridación  $\text{sp}$

8. Son hidrocarburos:

- Aminas y alcoholes
- Alcanos y alquenos
- Alquinos y el benceno
- Eteres y ácidos carboxílicos
- b y c son correctos

9. Es la fórmula molecular de la siguiente estructura:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$

- $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
- $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$
- $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
- $\text{C}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$
- Ninguna de las anteriores

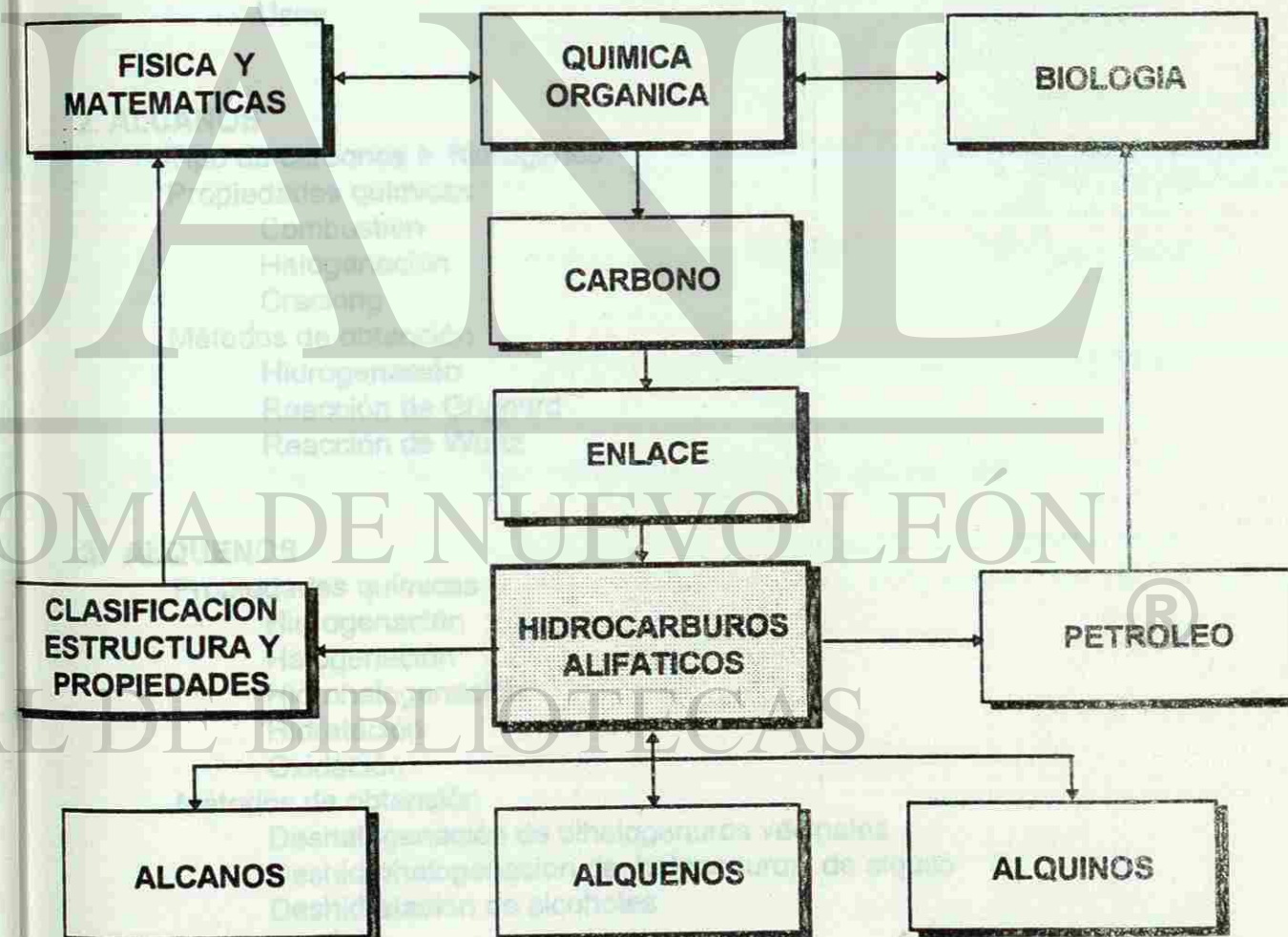
## UNIDAD XII

### Hidrocarburos alifáticos. Cadenas hidrocarbonadas

#### OBJETIVO DE UNIDAD

Describir los hidrocarburos alifáticos mediante su estructura y propiedades, considerando la necesidad del uso racional del petróleo como fuente principal de hidrocarburos.

#### ESTRUCTURA CONCEPTUAL



## UNIDAD XII

## HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS. CADENAS HIDROCARBONADAS

## CONTENIDO

## 1. HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS

Clasificación  
 Estructura  
 Fórmula general  
 Isomería  
 Nomenclatura  
 Propiedades físicas

Punto de fusión  
 Punto de ebullición  
 Densidad  
 Solubilidad  
 Usos

## 2. ALCANOS

Tipo de carbonos e hidrógenos  
 Propiedades químicas  
 Combustión  
 Halogenación  
 Cracking  
 Métodos de obtención  
 Hidrogenación  
 Reacción de Grignard  
 Reacción de Wurtz

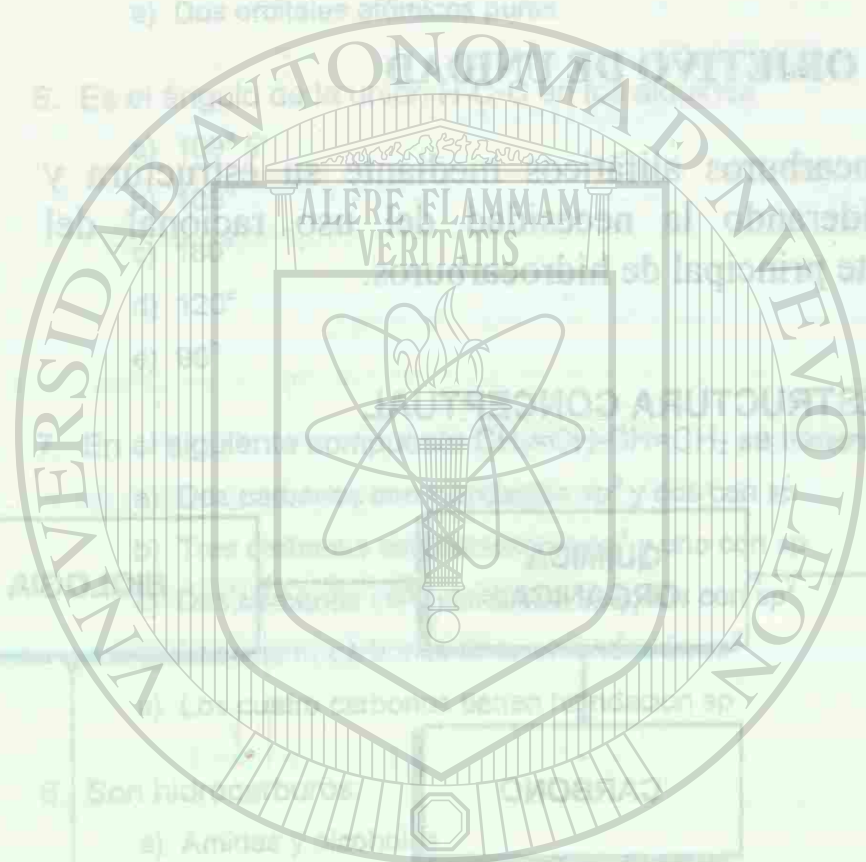
## 3. ALQUENOS

Propiedades químicas  
 Hidrogenación  
 Halogenación  
 Hidrohalogenación  
 Hidratación  
 Oxidación

## Métodos de obtención

Deshalogenación de dihalogenuros vecinales  
 Deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo  
 Deshidratación de alcoholes

1020124208



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**4. ALQUINOS**

Propiedades químicas

Hidrogenación

Halogenación

Hidrohalogenación

Propiedades ácidas de alquinos terminales

Métodos de obtención

Preparación comercial de acetileno

Hidrólisis de carburo de calcio

Combustión parcial de metano

Deshalogenación de tetrahalogenuros de alquilo

Deshidrohalogenación de Dihalogenuros de alquilo

Alquilación de acetiluros de sodio

**5. PETRÓLEO. MEZCLA NATURAL DE HIDROCARBUROS EN PELIGRO DE AGOTARSE**

Importancia

Distribución geográfica

Composición y extracción

Clasificación

Nafténicos y parafínicos

Refinación

Isomerización

Cracking

Alquilación

Reformación catalítica

**METAS DE UNIDAD**

Al terminar las actividades de la Unidad, el estudiante:

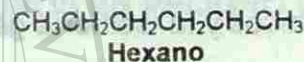
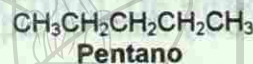
- 1.- Identificará las fórmulas generales de alcanos, alquenos y alquinos.
- 2.- Distinguirá los diferentes tipos de carbonos e hidrógenos en alcanos.
- 3.- Distinguirá los diferentes tipos de isomería estructural en los hidrocarburos alifáticos y la isomería geométrica *cis* y *trans* en alquenos.
- 4.- Nombrará hidrocarburos alifáticos y escribirá fórmulas, de acuerdo a la nomenclatura IUPAC
- 5.- Explicará cómo varían las propiedades físicas en las series homólogas de hidrocarburos.
- 6.- Representará mediante ecuaciones, algunas propiedades químicas de alcanos, alquenos y alquinos.
- 7.- Expresará mediante reacciones, algunos métodos de obtención para alcanos, alquenos y alquinos.
- 8.- Explicará la importancia del petróleo como fuente de energía, así como su distribución geográfica.
- 9.- Enunciará las características de los diferentes tipos de petróleo.
- 10.- Enlistará las principales fracciones de hidrocarburos que componen el petróleo y describirá algunos métodos de refinación empleados en la industria petroquímica.

## 1.- Hidrocarburos alifáticos

### Clasificación

El término "hidrocarburo" se refiere a compuestos formados exclusivamente por átomos de carbono y de hidrógeno. Los hidrocarburos se pueden, en general, clasificar en tres grandes categorías.

- 1.- **Hidrocarburos alifáticos**, formados por cadenas de átomos de carbono en las que no hay estructuras cíclicas. Se les denomina, en general, hidrocarburos de cadena abierta o acíclicos.



- 2.- **Hidrocarburos alicíclicos**, o simplemente cíclicos, compuestos por átomos de carbono encadenados formando uno o varios anillos.



- 3.- **Hidrocarburos aromáticos**, que constituyen un grupo especial de compuestos cíclicos que contienen en general anillos de seis eslabones, en los cuales alternan enlaces sencillos y dobles. Se clasifican, independientemente de los hidrocarburos alifáticos y alicíclicos, por sus propiedades físicas y químicas muy características.



## 2.- Alcanos

Los alcanos, que son los hidrocarburos parafínicos o saturados, son sustancias con cadenas rectas o ramificadas de átomos de carbono, y entre dichos átomos sólo hay enlaces covalentes sencillos. Estudiaremos con cierto detalle a los alcanos, porque a muchas otras clases de compuestos orgánicos se les puede considerar como derivados de los alcanos. Por ejemplo, es necesario aprender los nombres de los primeros diez miembros de la serie de los alcanos, porque tales denominaciones sirven de base para dar nombre a otras clases de compuestos.

El metano ( $\text{CH}_4$ ) es el primer miembro de la serie de los alcanos. Los miembros que tienen dos, tres y cuatro átomos de carbono son etano, propano y butano, respectivamente. Los nombres de los primeros cuatro alcanos son de origen común o trivial, y se deben memorizar; pero los nombres de los demás, comenzando con el del quinto miembro (pentano), se derivan de nombres griegos para los números y son relativamente fáciles de recordar.

### Nomenclatura y fórmula general

Los nombres de los alcanos se forman, mediante un prefijo que indica el número de átomos de carbono y la terminación -ano, con excepción de los cuatro primeros términos que tienen nombres triviales.

| Fórmula molecular         | Nombre  | Fórmula molecular            | Nombre   | Fórmula molecular            | Nombre         |
|---------------------------|---------|------------------------------|----------|------------------------------|----------------|
| $\text{CH}_4$             | metano  | $\text{C}_7\text{H}_{16}$    | heptano  | $\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ | tridecano      |
| $\text{C}_2\text{H}_6$    | etano   | $\text{C}_8\text{H}_{18}$    | octano   | $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ | eicosano       |
| $\text{C}_3\text{H}_8$    | propano | $\text{C}_9\text{H}_{20}$    | nonano   | $\text{C}_{21}\text{H}_{44}$ | heneicosano    |
| $\text{C}_4\text{H}_{10}$ | butano  | $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ | decano   | $\text{C}_{22}\text{H}_{46}$ | docosano       |
| $\text{C}_5\text{H}_{12}$ | pentano | $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ | undecano | $\text{C}_{30}\text{H}_{62}$ | triacontano    |
| $\text{C}_6\text{H}_{14}$ | hexano  | $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ | dodecano | $\text{C}_{31}\text{H}_{64}$ | hentriacontano |

Al examinar las fórmulas moleculares de los alcanos, se observa que el butano contiene un átomo de carbono y dos de hidrógeno más que el propano, el cual a su vez contiene un átomo de carbono y dos de hidrógeno más que el etano y así sucesivamente. Una serie de compuestos, en la cual cada miembro difiere del



siguiente por una cantidad constante, se llama serie homóloga, y los miembros de cada serie, homólogos. En el caso de los alcanos, entre un homólogo y otro hay una diferencia de  $\text{CH}_2$ .

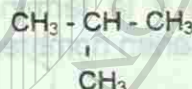
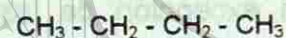
Se observa también que el número de átomos de hidrógeno de cada alcano es el doble del número de átomos de carbono más dos, por lo que su fórmula general es  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ .

### Isómeros

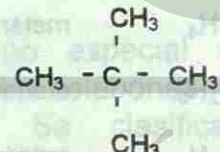
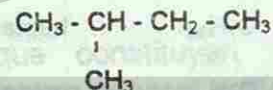
Conforme aumenta el número de átomos de carbono, aumenta el número de arreglos posibles de esos átomos. Para las fórmulas moleculares  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$  y  $\text{C}_3\text{H}_8$  sólo existe un arreglo posible.



Mientras que para la fórmula  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  existen dos:



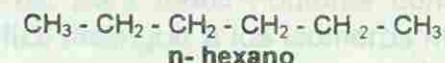
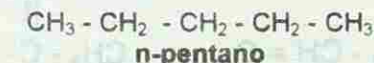
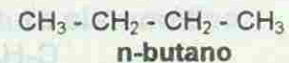
Para la fórmula  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  existen tres:



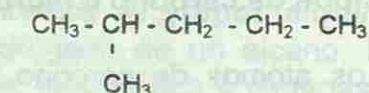
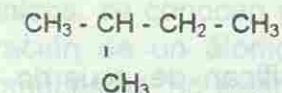
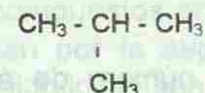
Hay cinco arreglos para la fórmula  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , nueve para la fórmula  $\text{C}_7\text{H}_{16}$ , 75 para la fórmula  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ , 355 para la fórmula  $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ , 366319 para la fórmula  $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$  y 411 846 763 isómeros para la fórmula  $\text{C}_{30}\text{H}_{62}$ . Al ir aumentando el número de átomos de carbono, aumenta también el número de arreglos posibles en forma sorprendente.

Los compuestos que tienen la misma fórmula molecular, pero difieren en el arreglo de sus átomos (en su estructura), se les llama isómeros estructurales. Por ejemplo los isómeros de  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  y  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  son específicamente isómeros de cadena (isómeros estructurales de cadena).

Cuando todos los átomos de carbono están unidos en forma continua, por ejemplo  $-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-$ , se dice que el hidrocarburo es normal y se indica anteponiendo al nombre del hidrocarburo la letra n. Ejemplo:



El prefijo iso se utiliza para indicar que un grupo  $\text{CH}_3-$  está unido al segundo átomo de carbono de una cadena normal, y el hidrocarburo mantiene el nombre de acuerdo con el número total de átomos de carbono.

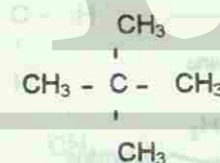


isobutano

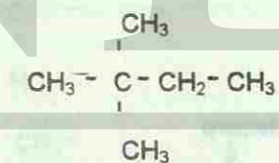
isopentano

isohexano

Cuando dos grupos  $\text{CH}_3-$  están unidos al segundo átomo de carbono de la cadena normal, se utiliza el prefijo neo y el alcano conserva el nombre de acuerdo con el número total de átomos de carbono.



neopentano



neohexano

Tanto en los isoalcanos, como en los neoalcanos existen grupos  $\text{CH}_3-$  unidos a la cadena principal, por lo que se les llama hidrocarburos ramificados.

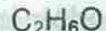
La isomería estructural no es sólo para los alcanos, este fenómeno se presenta en toda clase de compuestos orgánicos, por ejemplo, a continuación se presentan algunos casos de isómeros funcionales (isómeros estructurales funcionales).



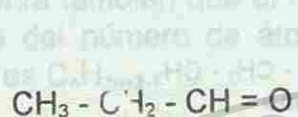
alcohol etílico



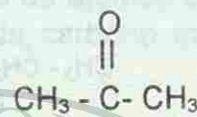
éter metílico



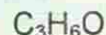
fórmula molecular



propionaldehído



acetona

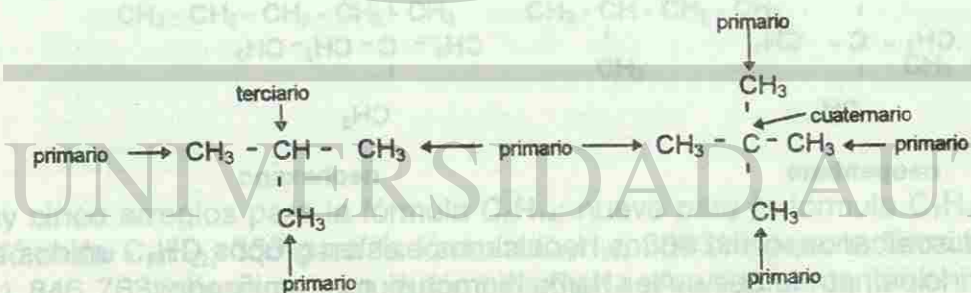


fórmula molecular

**RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.1 Y 12.2**

**Tipos de carbono e hidrógeno**

Los átomos de carbono se clasifican de acuerdo al número de átomos de carbono a los que están unidos. Un carbono primario es el que está unido a un solo átomo de carbono; uno secundario es el que está unido a dos, terciario es el que está unido a tres y cuaternario el que está enlazado a cuatro. Ejemplos:



Los átomos de hidrógeno unidos a un carbono primario se llaman hidrógenos primarios; los unidos a uno secundario, secundarios; y los unidos a un carbono terciario, se llaman terciarios.

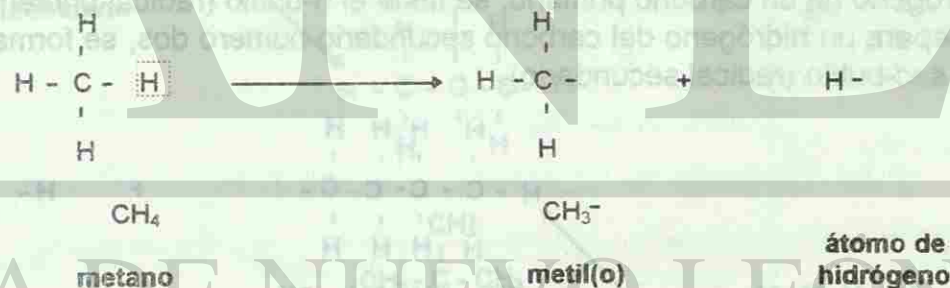
**RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.3**

**Nomenclatura sistemática**

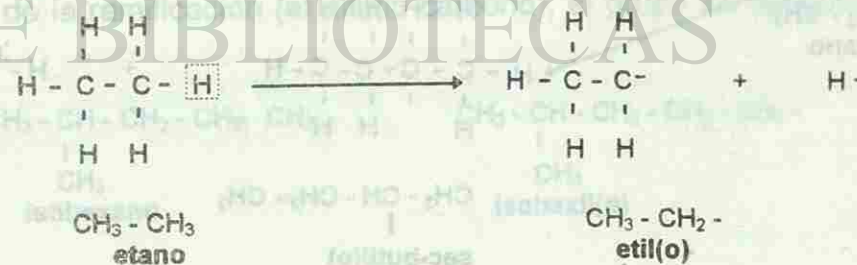
Como el número y complejidad de compuestos orgánicos se va incrementando, ya no es posible utilizar para todos nombres comunes, por ejemplo para la fórmula  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  sería difícil distinguir a los isómeros mediante prefijos (iso y neo), por lo que es necesario un método sistemático para nombrarlos. Desafortunadamente, existen varios sistemas de nomenclatura, aquí adoptaremos el establecido por la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry).

Es necesario conocer ciertos grupos cuya estructura, generalmente, forma parte de los compuestos orgánicos, se conocen con el nombre de **grupos alquilo** y se forman por la separación de un átomo de hidrógeno de un alcano. Los grupos alquilo no son compuestos, no existen libres, sino unidos a cadenas de hidrocarburos o formando parte de compuestos.

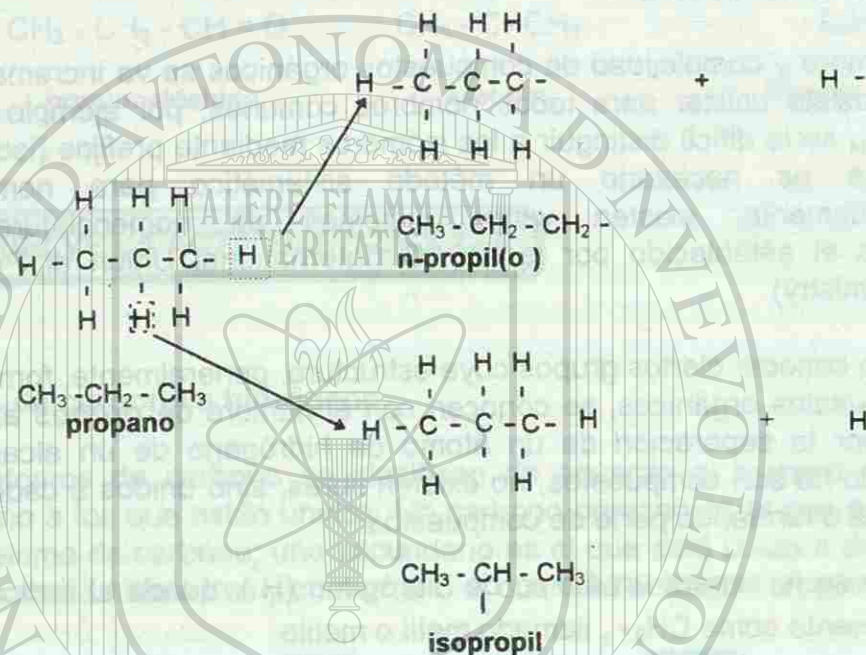
Si al metano se le separa un átomo de hidrógeno ( $\text{H}^\cdot$ ), queda el radical  $\text{CH}_3^\cdot$ , que se representa como  $\text{CH}_3-$ , llamado metil o metilo.



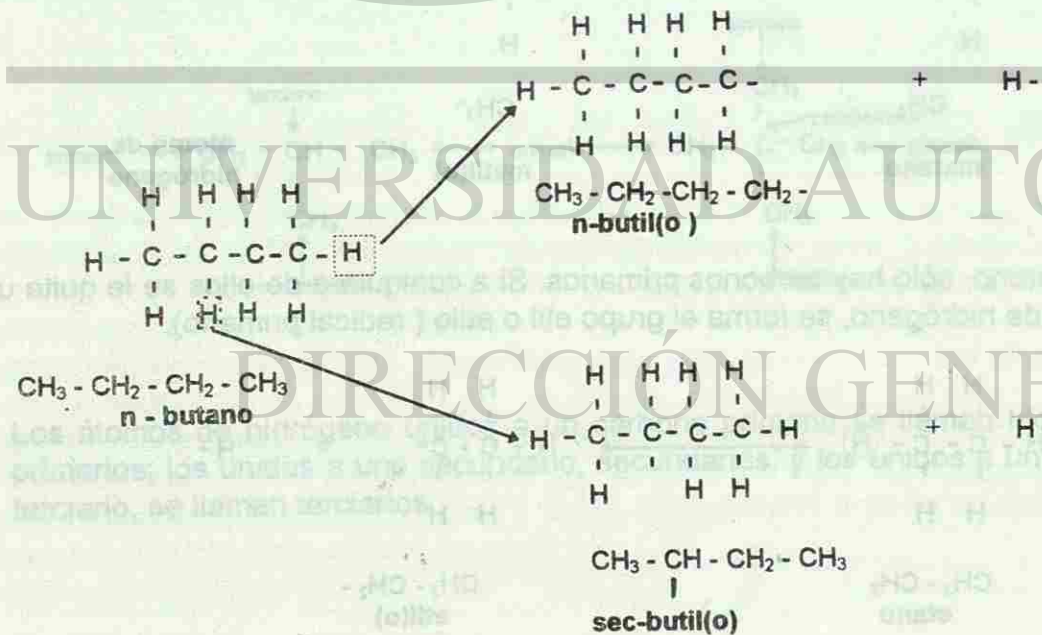
En el etano, sólo hay carbonos primarios. Si a cualquiera de ellos se le quita un átomo de hidrógeno, se forma el grupo etil o etilo ( radical primario).



En el propano hay dos carbonos primarios y uno secundario. Si quitamos un hidrógeno de cualquier carbono primario, queda el grupo n-propil o n-propilo (radical primario). Pero si se quita un hidrógeno del carbono secundario, se forma el grupo isopropil o isopropilo (radical secundario).

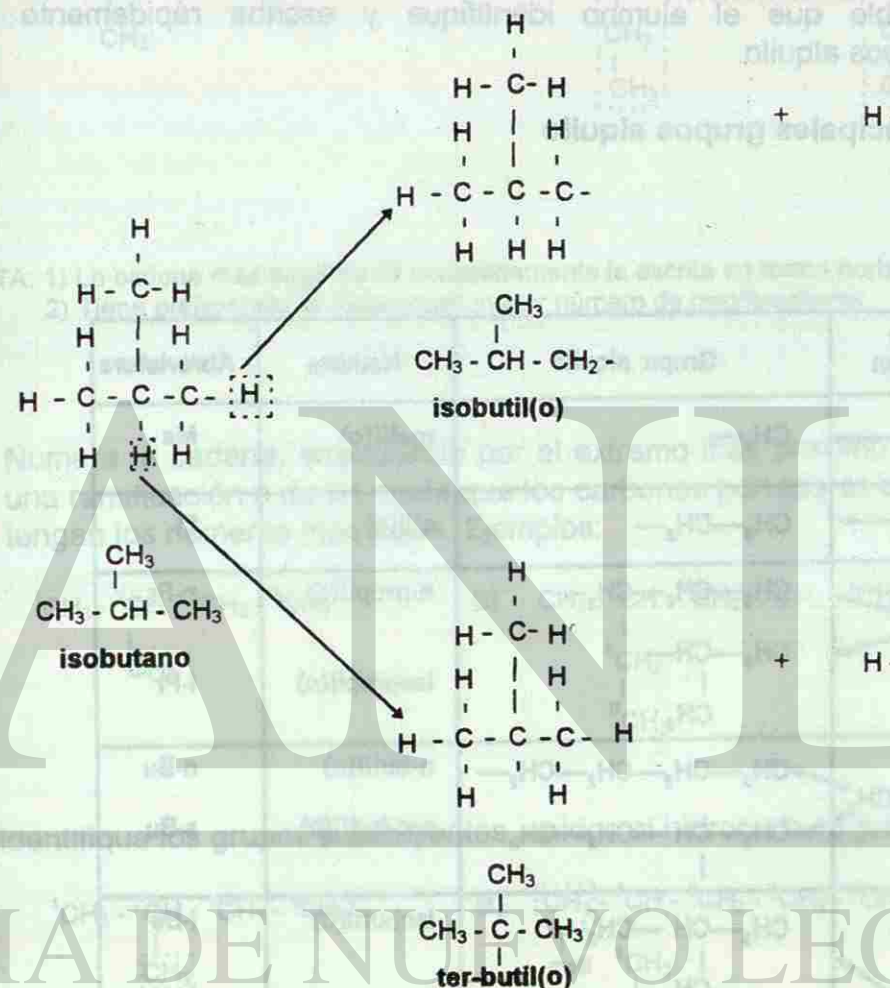


En el n-butano existen carbonos primarios y secundarios. Si se separa un átomo de hidrógeno de un carbono primario, se tiene el n-butilo (radical primario). Pero si se separa un hidrógeno del carbono secundario número dos, se forma el sec-butil o sec-butilo (radical secundario).

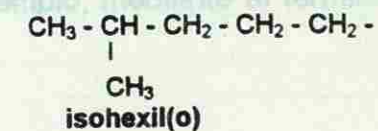
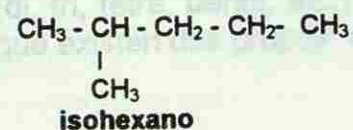


Cuando a cualquier alcano normal se le quita un hidrógeno de un carbono primario, se obtiene el grupo n-alquilo. A partir del n-butano, cuando se quita un hidrógeno al carbono secundario número dos, se obtiene el grupo con el prefijo sec.

En el isobutano hay tres carbonos primarios y uno terciario. Si a cualquier carbono primario se le separa un átomo de hidrógeno, se forma el grupo isobutil o isobutilo; (radical primario) pero si se sustrae el hidrógeno del carbono terciario, se tiene el grupo ter-butil o ter-butilo (radical terciario).



En general, cuando un isoalcano pierde un hidrógeno del carbono primario más alejado de la ramificación (el último carbono), el grupo se denomina isoalquilo. Ejemplo:



Cuando al isoalcano se le separa el hidrógeno del carbono terciario, se tiene el grupo ter-alquilo. Ejemplo:



isopentano



ter-pentil(o)

Es indispensable que el alumno identifique y escriba rápidamente los principales grupos alquilo.

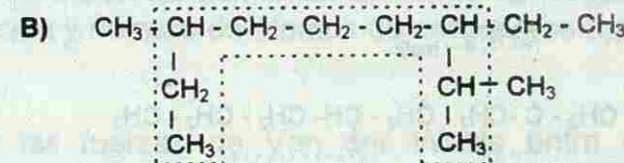
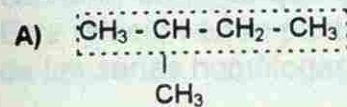
Tabla 12.1 Principales grupos alquilo

| Hidrocarburo del que derivan   | Grupo alquilo  | Nombre       | Abreviatura |
|--|--|--------------|-------------|
| CH <sub>4</sub><br>metano  | CH <sub>3</sub> —  | metil(o)     | Me          |
| CH <sub>3</sub> —CH <sub>3</sub><br>etano                                      | CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —   | etil(o)      | Et          |
| CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub><br>propano                   | CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —                          | n-propil(o)  | n-Pr        |
|  | CH <sub>3</sub> —CH—<br> <br>CH <sub>3</sub>                                 | isopropil(o) | i-Pr        |
| CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub><br>n-butano | CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —         | n-butil(o)   | n-Bu        |
|  | CH <sub>3</sub> —CH—CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub><br> <br>CH <sub>3</sub> | sec-butil(o) | s-Bu        |
| CH <sub>3</sub> —CH—CH <sub>3</sub><br> <br>CH <sub>3</sub><br>isobutano       | CH <sub>3</sub> —CH—CH <sub>2</sub> —<br> <br>CH <sub>3</sub>                | isobutil(o)  | i-Bu        |
|  | CH <sub>3</sub> —C—<br> <br>CH <sub>3</sub><br> <br>CH <sub>3</sub>          | ter-butil(o) | t-Bu        |

## RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.4

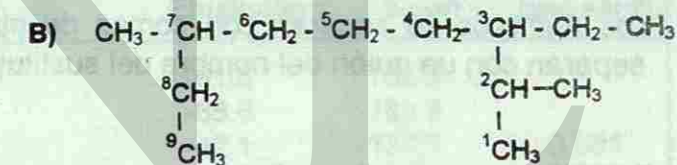
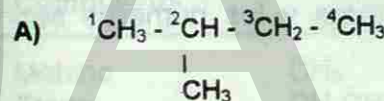
## Reglas para la nomenclatura sistemática de los alcanos

1. Encuentre la cadena continua más larga de átomos de carbono. Ejemplos:

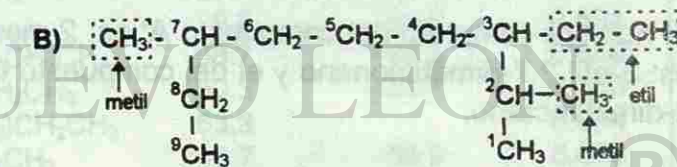
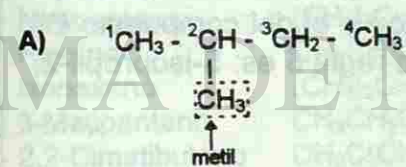


NOTA: 1) La cadena más larga no es necesariamente la escrita en forma horizontal.  
2) Tiene preferencia la cadena con mayor número de ramificaciones.

2. Numere la cadena, empezando por el extremo más próximo a donde exista una ramificación o de tal modo que los carbonos portadores de sustituyentes tengan los números más bajos. Ejemplos:



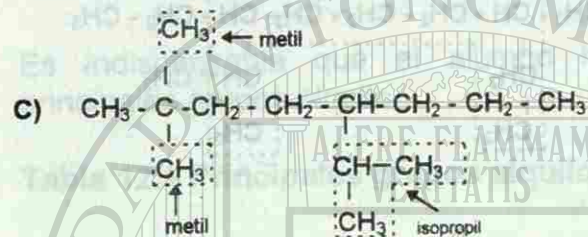
3. Identifique los grupos sustituyentes, unidos al hidrocarburo principal.



4. Si hay varios grupos alquilo iguales, se indica mediante un prefijo numérico (di, tri, tetra, penta, etc.). Por ejemplo, mediante el término dimetil se indica que existen dos grupos metilo.

5. Ordene alfabéticamente los grupos sustituyentes. Los prefijos separados por un guión (ter-, sec-) y los prefijos que indican el número de grupos (di, tri, etc.), no se consideran al alfabetizar los sustituyentes; en cambio, los prefijos no separados, como iso y neo sí entran en la alfabetización.

Así, en el ejemplo B", primero se considera etil que dimetil.  
En el siguiente compuesto, se nombra primero isopropil que dimetil:



6. Anteponga a cada sustituyente el número del átomo de carbono al cual está unido. Cada grupo debe tener un número por cada vez que aparece.

Al ejemplo B" le corresponde: 3-etil-2, 7-dimetil; al ejemplo C de la regla 5 le corresponde: 5-isopropil-2, 2-dimetil.

7. Los números se separan con comas de otros números y los números se separan con un guión del nombre del sustituyente.

8. Por último, se da el nombre que corresponde al hidrocarburo de la cadena más larga.

El nombre completo del compuesto A' es: 2-metilbutano; y el del compuesto B" es: 3-etil 2,7-dimetilnonano y el del compuesto C de la regla 5 es: 5-isopropil-2, 2-dimetiloctano.

**RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.5**

### Propiedades físicas

Las propiedades físicas de algunos alcanos se indican en la tabla 12.2. Los primeros cuatro alcanos normales son gases a temperatura ambiente, del n-pentano al n-heptadecano, ( $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$ ), son líquidos y los homólogos superiores son sólidos a temperatura ambiente. Los puntos de ebullición de los alcanos normales aumentan de manera gradual al aumentar el número de átomos de carbono, en tanto que los puntos de fusión no aumentan en forma tan regular. Esta relación entre punto de ebullición y número de átomos de carbono es típica de las series homólogas.

Como se sabe, la magnitud de las fuerzas de Van der Waals entre las moléculas aumenta al aumentar su superficie. Es de esperarse que las fuerzas de Van der Waals entre moléculas compactas sean menores que las fuerzas entre moléculas alargadas del mismo número de átomos de carbono y que, por lo tanto, los puntos de ebullición de las moléculas más compactas sean menores. La comparación de los puntos de ebullición de los pentanos isómeros muestra más adelante que esto es cierto. También se encuentra una relación similar entre superficie y puntos de ebullición para otros compuestos isómeros.

Tabla 12.2 Propiedades físicas de los alcanos

| Compuesto         | Estructura   | Punto de Ebullición | Punto de Fusión | Densidad (g/ml a 20°C) |
|-------------------|--|---------------------|-----------------|------------------------|
| Metano            | $\text{CH}_4$  | -161.5              | 182.5           |                        |
| Etano             | $\text{CH}_3\text{CH}_3$   | -88.6               | -183.3          |                        |
| Propano           | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$                                  | -42.1               | -187.7          | 0.501                  |
| Butano            | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$                       | -0.5                | -138.4          | 0.579                  |
| Isobutano         | $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_3$                                       | -11.7               | -159.6          | 0.557                  |
| Pentano           | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$            | 36.1                | -129.7          | 0.626                  |
| Isopentano        | $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$                            | 27.9                | -159.9          | 0.620                  |
| Neopentano        | $(\text{CH}_3)_4\text{C}$  | 9.5                 | -16.6           | 0.591                  |
| Hexano            | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | 68.7                | -95.3           | 0.659                  |
| Isohexano         | $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$                 | 60.3                | -153.7          | 0.653                  |
| 3-Metilpentano    | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ | 63.3                |                 | 0.664                  |
| 2,2-Dimetilbutano | $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$           | 49.7                | -99.9           | 0.649                  |
| 2,3-Dimetilbutano | $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$                          | 58.0                | -128.5          | 0.662                  |
| Heptano           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$                              | 98.4                | -90.6           | 0.684                  |
| Octano            | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$                              | 25.7                | -56.8           | 0.703                  |
| Nonano            | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$                              | 50.8                | -53.5           | 0.718                  |
| Decano            | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$                              | 74.1                | -29.7           | 0.730                  |
| Pentadecano       | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CH}_3$                           | 270.6               | 9.9             | 0.768                  |
| Eicosano          | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{CH}_3$                           | 343.8               | 36.4            | 0.789                  |

Como los alcanos no son polares, es de esperarse que no sean solubles en disolventes polares, como el agua. Todos sabemos que los productos del petróleo no se disuelven en agua. Los alcanos son disolventes poco efectivos para la mayoría de los compuestos orgánicos polares y tienen una densidad menor que la del agua. Casi todos hemos observado que el petróleo flota sobre el agua.

Puesto que los alcanos son inodoros, los proveedores de gas natural acostumbran agregarle compuestos que tengan un fuerte olor, por ejemplo butilmercaptano, como medida preventiva para ayudar al consumidor a detectar escapes de gas.

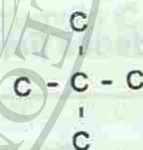
En el caso de compuestos con igual número de átomos de carbono, pero con un arreglo estructural distinto, existen pequeñas diferencias en los puntos de ebullición. Por ejemplo, en el caso de los isómeros con cinco átomos de carbono tenemos:



n-pentano  
p. eb. 36°



isopentano  
p. eb. 28°



neopentano  
p. eb. 9.5°

Se observa que el isómero más ramificado tiene el menor punto de ebullición y que el normal tiene el mayor, mientras que el isómero con una ramificación tiene un valor intermedio.

Esto se explica, porque, a medida que se ramifica, la molécula tiende a la forma esférica, disminuyendo su superficie y volviéndose más débiles las fuerzas intermoleculares.

RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.6

### Propiedades químicas

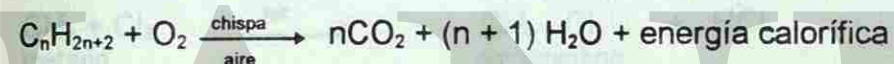
A temperatura ambiente, los alcanos son inertes a la mayoría de los reactivos comunes. Esta poca reactividad dio origen al nombre de hidrocarburos parafínicos. Las bases fuertes, los ácidos fuertes, los agentes oxidantes

poderosos (tales como el permanganato de potasio), o los agentes reductores fuertes no atacan a los alcanos. Sin embargo, los alcanos sí reaccionan para dar productos de gran utilidad comercial; generalmente, estas reacciones son de poca utilidad en el laboratorio, ya que se realizan, a menudo, en condiciones muy drásticas y dan comúnmente una mezcla de productos.

Se dice que los alcanos son **saturados**, ya que tienen en su molécula sólo enlaces sencillos entre dos átomos; sus reacciones características son de **sustitución** y no presentan reacciones de adición.

### Principales reacciones de los alcanos

#### a) Combustión

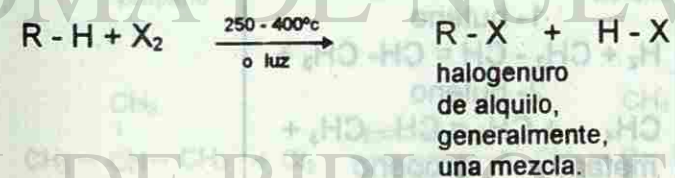


#### b) Pirólisis o cracking



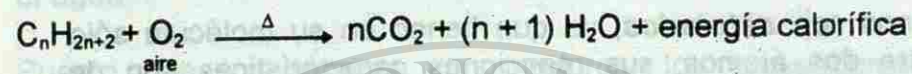
R - grupo alquilo

#### c) Halogenación



a) **Combustión**

Los alcanos arden en presencia de oxígeno, con desprendimiento de gran cantidad de calor y formación principalmente, de CO<sub>2</sub> y vapor de agua.



El gas natural, la gasolina y el diesel se emplean como combustibles por la propiedad de desprender una gran cantidad de calor en la combustión.

Ejemplos:

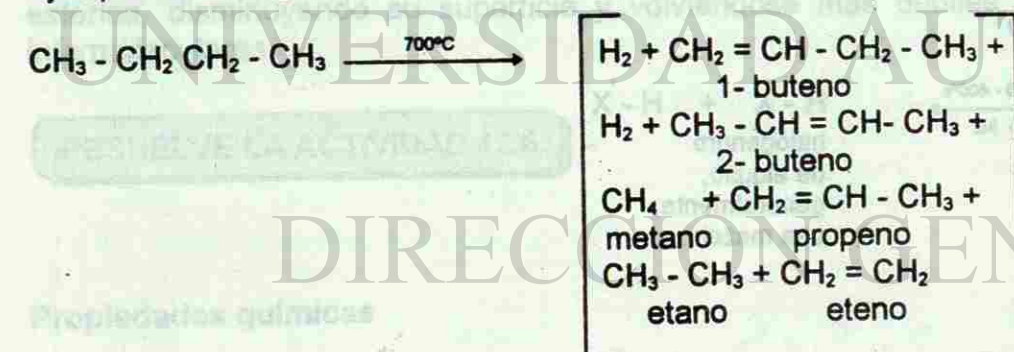


b) **Pirólisis o cracking**

Los alcanos de masa molecular elevada se pasan por tubos calentados a 500°C - 700°C con o sin catalizador, rompiéndose las moléculas en alcanos menores, alquenos e hidrógeno. Este tratamiento se usa en la industria petrolera para obtener gasolina de alto octanaje.

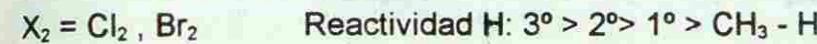
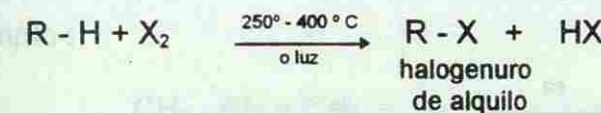


Ejemplo: Cracking del butano

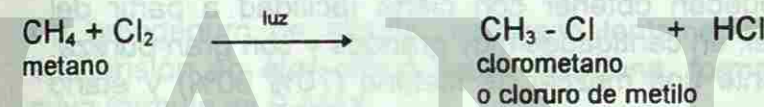


c) **Halogenación**

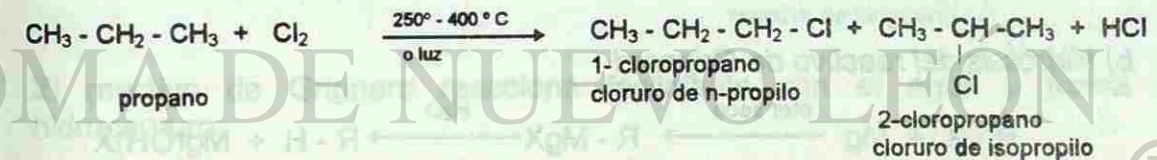
En presencia de luz, o a temperaturas de 250° a 400°C, los alcanos reaccionan con cloro o bromo, dando origen a alcanos halogenados y desprendiendo el ácido halohídrico correspondiente. En estas reacciones, un átomo de halógeno sustituye a uno de hidrógeno y, generalmente, se rompen enlaces carbono-hidrógeno, pero no enlaces carbono-carbono. Los hidrógenos de carbonos terciarios se sustituyen más fácilmente que los de los carbonos secundarios y éstos, antes que los de los primarios. Las halogenaciones de alcanos dan mezclas difíciles de separar. El yodo no reacciona con los alcanos.



Ejemplo:



En la cloración del metano, al igual que en la de los demás alcanos, también se obtienen compuestos que contienen más de un átomo de cloro por molécula. El clorometano que se crea en los primeros pasos, puede seguir reaccionando con el Cl<sub>2</sub>, para formar CH<sub>2</sub> - Cl<sub>2</sub>, CH - Cl<sub>3</sub> y CCl<sub>4</sub> que pueden separarse por destilación.



Un mecanismo de reacción describe el camino o pasos sucesivos por los que atraviesan las moléculas al pasar de reactivos a productos, indicando la clase de intermediarios que se forman durante la reacción, así como el papel que desempeñan otros factores como disolvente, luz, temperatura, catalizadores, etc.

La reacción de sustitución de un hidrógeno de un alcano por un halógeno se efectúa mediante una reacción en cadena por un mecanismo de radicales libres.

### RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.7

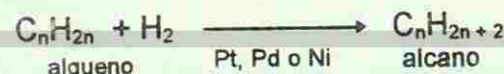
#### Métodos de obtención

##### Fuentes naturales

Muchos de los alcanos se pueden obtener con cierta facilidad a partir del petróleo crudo y del gas natural, en cantidades muy grandes y con gran pureza. El gas natural es principalmente una mezcla de metano (70% - 90%) y etano (13% - 5%). El petróleo crudo es una mezcla muy compleja de hidrocarburos líquidos y sólidos.

##### Métodos de laboratorio

#### a) Reducción catalítica de alquenos



#### b) Hidrólisis del reactivo de Grignard

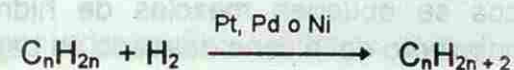


#### c) Reacción de Würtz



#### a) Reducción catalítica de alquenos

Los alquenos tienen dos átomos de carbono unidos entre sí, mediante un enlace covalente doble, pueden reaccionar con hidrógeno gaseoso en presencia de un catalizador, para producir el alcano correspondiente.



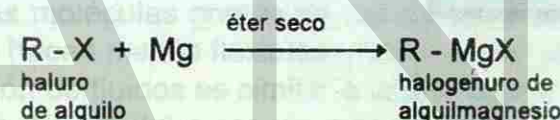
Los catalizadores más comúnmente usados son: platino finamente dividido, paladio o níquel.

Ejemplo:

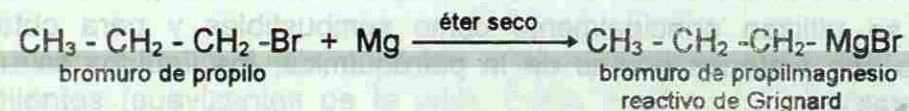


#### b) Hidrólisis del reactivo de Grignard

Un halogenuro de alquilo, agregado lentamente a trocitos de magnesio en suspensión en éter etílico seco, reacciona, formando el reactivo de Grignard cuya fórmula es R-MgX



Ejemplo:



El reactivo de Grignard reacciona fácilmente con el agua y forma un hidrocarburo



Ejemplo:





## c) Reacción de Würtz

Los derivados monohalogenados (halogenuros de alquilo) se hacen reaccionar con sodio metálico. Este método duplica el número de átomos de carbono de la cadena inicial y está limitado a la obtención de alcanos simétricos. En la preparación de alcanos asimétricos se obtienen mezclas de hidrocarburos difíciles de separar y además el rendimiento del alcano deseado es bajo.



Ejemplo:



RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.8

## Usos

Los alcanos se utilizan principalmente como combustibles y para obtener productos que son materias primas de la petroquímica, los líquidos se usan como disolventes.

## LECTURAS DE ENRIQUECIMIENTO

## LE 12.1 Propiedades fisiológicas de los alcanos

Las propiedades fisiológicas de los alcanos varían de forma regular a medida que avanzamos en la serie homóloga. El metano aparece como totalmente inerte en cuanto a la fisiología. Podemos respirar una mezcla de 80% de metano y 20% de oxígeno sin que se presenten efectos de enfermedad. Sin embargo, esta mezcla sería inflamable y no se debe permitir fuego o chispa de ningún tipo en una atmósfera que contenga metano. Respirar una atmósfera de metano puro (el "gas" de una estufa) puede ocasionar la muerte, no tanto por la presencia del metano como por la ausencia de oxígeno (asfixia). Los demás alcanos gaseosos (y los vapores de los alcanos volátiles) actúan como anestésicos en concentraciones elevadas. También pueden producir asfixia por exclusión del oxígeno.

Los alcanos líquidos tienen efectos variados según la parte del cuerpo que se exponga a ellos. Sobre la piel, los alcanos disuelven los aceites corporales; el contacto repetido puede provocar dermatitis y, si se ingieren hacen poco daño al estómago; sin embargo, en los pulmones provocan "neumonía química" al disolver las moléculas grasas de las membranas celulares de los alveolos. Las células se hacen menos flexibles y los alveolos ya no pueden expeler fluidos. La acumulación de fluidos es similar a la que ocurre en el caso de neumonía viral o bacteriana. No se debe provocar el vómito a las personas que hayan tragado gasolina, destilados del petróleo u otras mezclas de alcanos líquidos, pues esto aumentaría la probabilidad de que los alcanos pasen a los pulmones.

Los alcanos líquidos más pesados, cuando se aplican a la piel, actúan como emolientes (suavizantes de la piel). Estas mezclas de alcanos, como aceite mineral, pueden utilizarse para reponer los aceites naturales de la piel que se pierden por el baño frecuente o la natación. La jalea de petróleo (una de cuyas presentaciones es la vaselina) es una mezcla semisólida de hidrocarburos que se puede aplicar como emoliente o sencillamente como capa protectora. El agua y las soluciones acuosas (p. ej. la orina) no disuelven dicha capa, lo cual explica por qué la jalea de petróleo protege la piel suave del bebé de las rozaduras del pañal.

Hill, J., Feigl, D., "Química y Vida",  
Publicaciones Culturales, S.A. de C.V., 1986

## c) Reacción de Würtz

Los derivados monohalogenados (halogenuros de alquilo) se hacen reaccionar con sodio metálico. Este método duplica el número de átomos de carbono de la cadena inicial y está limitado a la obtención de alcanos simétricos. En la preparación de alcanos asimétricos se obtienen mezclas de hidrocarburos difíciles de separar y además el rendimiento del alcano deseado es bajo.



Ejemplo:



RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.8

## Usos

Los alcanos se utilizan principalmente como combustibles y para obtener productos que son materias primas de la petroquímica, los líquidos se usan como disolventes.

## LECTURAS DE ENRIQUECIMIENTO

## LE 12.1 Propiedades fisiológicas de los alcanos

Las propiedades fisiológicas de los alcanos varían de forma regular a medida que avanzamos en la serie homóloga. El metano aparece como totalmente inerte en cuanto a la fisiología. Podemos respirar una mezcla de 80% de metano y 20% de oxígeno sin que se presenten efectos de enfermedad. Sin embargo, esta mezcla sería inflamable y no se debe permitir fuego o chispa de ningún tipo en una atmósfera que contenga metano. Respirar una atmósfera de metano puro (el "gas" de una estufa) puede ocasionar la muerte, no tanto por la presencia del metano como por la ausencia de oxígeno (asfixia). Los demás alcanos gaseosos (y los vapores de los alcanos volátiles) actúan como anestésicos en concentraciones elevadas. También pueden producir asfixia por exclusión del oxígeno.

Los alcanos líquidos tienen efectos variados según la parte del cuerpo que se exponga a ellos. Sobre la piel, los alcanos disuelven los aceites corporales; el contacto repetido puede provocar dermatitis y, si se ingieren hacen poco daño al estómago; sin embargo, en los pulmones provocan "neumonía química" al disolver las moléculas grasas de las membranas celulares de los alveolos. Las células se hacen menos flexibles y los alveolos ya no pueden expeler fluidos. La acumulación de fluidos es similar a la que ocurre en el caso de neumonía viral o bacteriana. No se debe provocar el vómito a las personas que hayan tragado gasolina, destilados del petróleo u otras mezclas de alcanos líquidos, pues esto aumentaría la probabilidad de que los alcanos pasen a los pulmones.

Los alcanos líquidos más pesados, cuando se aplican a la piel, actúan como emolientes (suavizantes de la piel). Estas mezclas de alcanos, como aceite mineral, pueden utilizarse para reponer los aceites naturales de la piel que se pierden por el baño frecuente o la natación. La jalea de petróleo (una de cuyas presentaciones es la vaselina) es una mezcla semisólida de hidrocarburos que se puede aplicar como emoliente o sencillamente como capa protectora. El agua y las soluciones acuosas (p. ej. la orina) no disuelven dicha capa, lo cual explica por qué la jalea de petróleo protege la piel suave del bebé de las rozaduras del pañal.

Hill, J., Feigl, D., "Química y Vida",  
Publicaciones Culturales, S.A. de C.V., 1986

## Resumen de reacciones de Alcanos

## Propiedades químicas

Los alcanos son inertes a la mayoría de los reactivos.

## A) Halogenación



La facilidad con la cual se sustituyen los hidrógenos en la halogenación, sigue el siguiente orden: terciarios > secundarios > primarios > metano.

## B) Oxidación

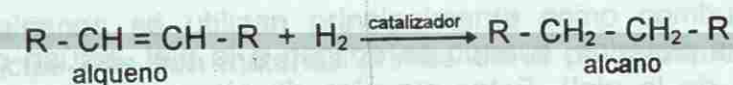


## C) Cracking

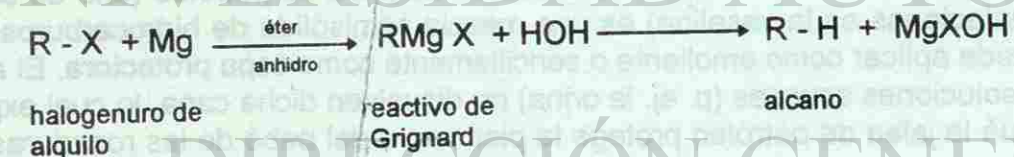


## Métodos de preparación

## A) Reducción catalítica de alquenos.



## B) Reactivos de Grignard



## C) Reacción de Würtz



## Actividad 12.1 Nomenclatura de alcanos

- 1.- Escribe la fórmula molecular, la fórmula estructural semidesarrollada y el nombre de los primeros cuatro alcanos de la serie normal.

Fórmula molecularFórmula estructuralNombre

- 2.- Escribe la fórmula estructural de los alcanos que tienen los siguientes nombres comunes.

Isobutano

Isopentano

Isohexano

neopentano

neohexano



3.- Explica qué significa la n antes del nombre del alcano.  
Ejemplos: n-pentano, n-hexano.

**Actividad 12.2 Isómeros**

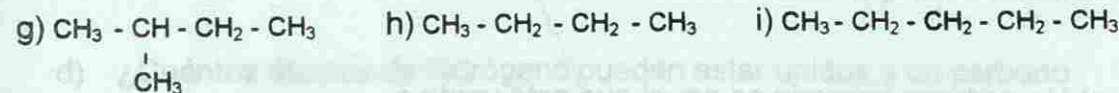
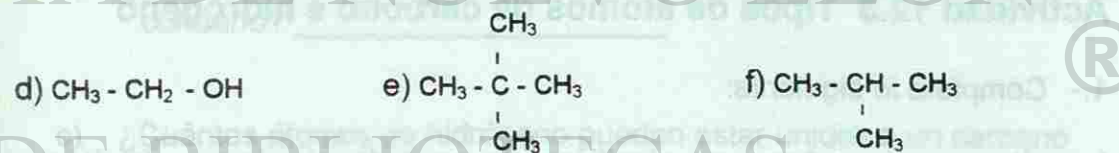
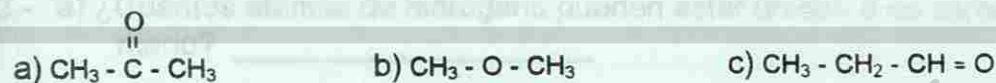
1.- Escribe las fórmulas estructurales (semidesarrolladas) para los tres isómeros del pentano con fórmula molecular  $C_5H_{12}$ .



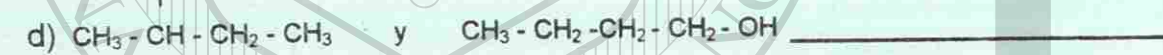
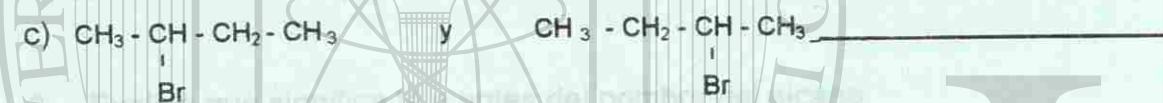
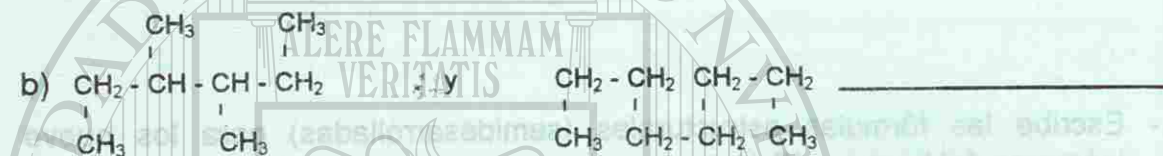
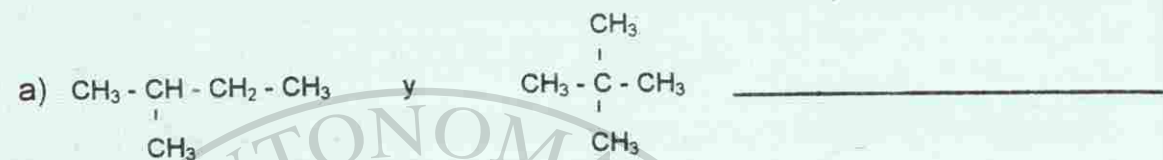
2.- Escribe las fórmulas estructurales (semidesarrolladas) para los cinco isómeros del hexano ( $C_6H_{14}$ )

3.- Escribe las fórmulas estructurales (semidesarrolladas) para los nueve isómeros del heptano ( $C_7H_{16}$ )

4.- En los siguientes ejemplos, indica su fórmula molecular y cuáles son isómeros funcionales y cuáles isómeros de cadena.



5.- En los siguientes pares de fórmulas estructurales, ¿se presenta isomería entre ellas, o se trata del mismo compuesto?



**Actividad 12.3 Tipos de átomos de carbono e hidrógeno**

1.- Completa lo siguiente:

Los átomos de carbono se clasifican de acuerdo al número de átomos de carbono a los que están unidos.

a) Un carbono primario es aquel que está unido a \_\_\_\_\_

b) Un carbono secundario es aquel que está unido a \_\_\_\_\_

c) Un carbono terciario es aquel que está unido a \_\_\_\_\_

d) Un carbono cuaternario es aquel que está unido a \_\_\_\_\_

e) Los átomos de hidrógeno unidos a un carbono primario se llaman \_\_\_\_\_

f) Los átomos de hidrógeno unidos a un carbono secundario se llaman \_\_\_\_\_

g) Los átomos de hidrógeno unidos a un carbono terciario se llaman \_\_\_\_\_

h) ¿Existen átomos de hidrógeno cuaternario? \_\_\_\_\_

i) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

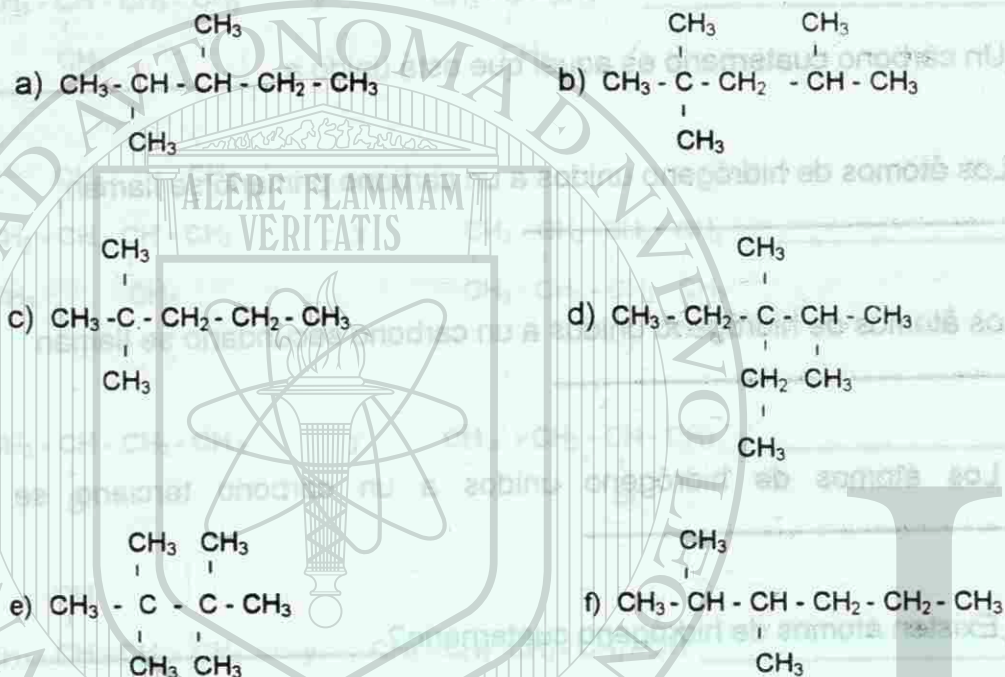
2.- a) ¿Cuántos átomos de hidrógeno pueden estar unidos a un carbono primario? \_\_\_\_\_

b) ¿Cuántos átomos de hidrógeno pueden estar unidos a un carbono secundario? \_\_\_\_\_

c) ¿Cuántos átomos de hidrógeno pueden estar unidos a un carbono terciario? \_\_\_\_\_

d) ¿Cuántos átomos de hidrógeno pueden estar unidos a un carbono cuaternario? \_\_\_\_\_

3.- En las siguientes fórmulas de alcanos, encierra en un círculo los carbonos primarios, en un cuadrado los carbonos secundarios, en un triángulo los carbonos terciarios. Marca con una cruz los carbonos cuaternarios.



**Actividad 12.4 Nomenclatura sistemática (grupos alquílicos)**

1.- Escribe las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes grupos alquilo:

a) ter- butil (t-butilo)

b) sec-butil (s-butilo)

c) n-butil

d) etil

e) isopropil

2.- Escribe el nombre de las siguientes fórmulas de radicales alquílicos:

a)  $\text{CH}_3 -$

b)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$

c)  $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 -$

d)  $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{CH}_2 -$

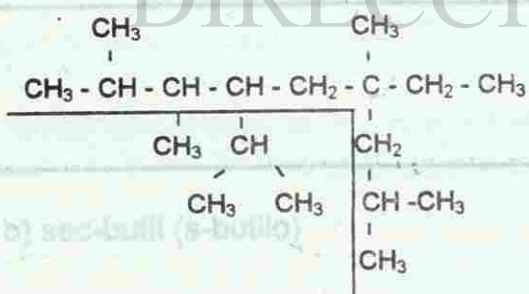
e)  $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$

3.- Elabora una tabla con los principales radicales alquílicos, que describa el hidrocarburo del que derivan su nombre y su clasificación como primario, secundario o terciario:

| Hidrocarburo del que derivan  | Grupos Alquilo | Nombre | Clasificación (primario, secundario o terciario) |
|---|----------------|--------|--|
| $\text{CH}_4$<br>metano   |                |        |  |
| $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$<br>etano  |                |        |  |
| $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$<br>propano  |                |        |  |
| $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$<br>butano                                     |                |        |  |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$<br>isobutano |                |        |  |

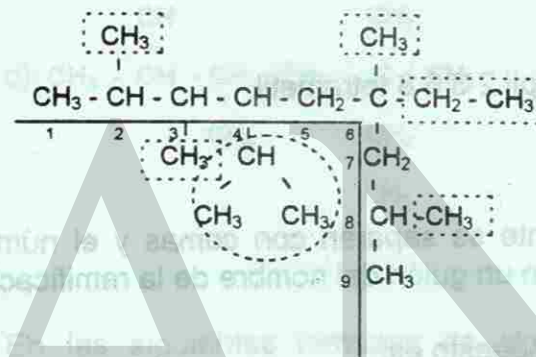
### Actividad 12.5 Reglas de nomenclatura IUPAC

1.- Escribe el nombre sistemático del siguiente alcano:



Sigamos paso a paso las indicaciones que se dan a continuación:

- Encuentra la cadena más larga de átomos de carbono y escribe el nombre del alcano de cadena normal correspondiente. (nonano)
- Numera la cadena empezando por el extremo más próximo a donde exista una ramificación (sustituyente). Procura que las ramificaciones queden en los carbonos con el número más bajo posible.
- Si la cadena puede numerarse a partir de cualquiera de los dos extremos, se prefiere aquel en el que las ramificaciones queden en los carbonos con el número más bajo posible.



Esta es la numeración correcta, ya que los sustituyentes (radicales) quedan en posiciones 2, 3, 4, 6, 6 y 8 (suman 29). Si se numerara empezando por el otro extremo, en forma incorrecta, los sustituyentes quedarían en posiciones 2, 4, 4, 6, 7 y 8 (suman 31).

- Identifica cada sustituyente unido a la cadena principal y nómbralos, indicando su posición mediante un número correspondiente al átomo de carbono al cual se encuentra unido.

2 metil, 3 metil, 4 isopropil, 6 metil, 6 etil, 8 metil

- Se anteponen al nombre de la cadena (nonano), los nombres de los radicales, enunciándolos por orden alfabético\*.

En nuestro problema el orden alfabético es:

etil, isopropil, metil

- f) Si hay varios radicales iguales unidos a la cadena principal (en nuestro caso hay cuatro metilos, un etilo y un isopropilo) sólo se usa una vez el nombre del radical, colocándole el prefijo que indica cuántas veces se repite ese radical e indicando la posición mediante el número al cual está unido en la cadena principal.

Recuerda que cada sustituyente debe tener un número por cada vez que aparece.

6 etil 4 isopropil 2 3 6 8 tetrametil

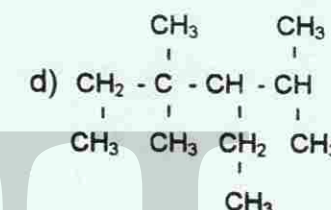
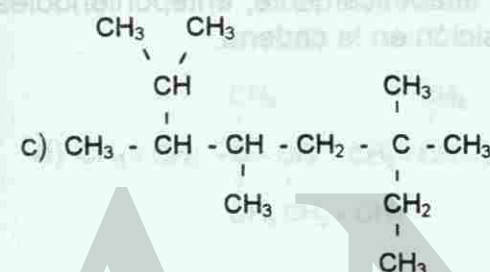
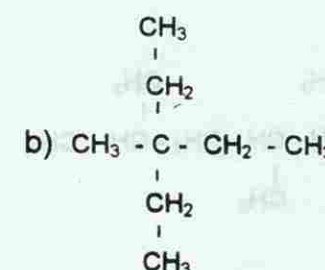
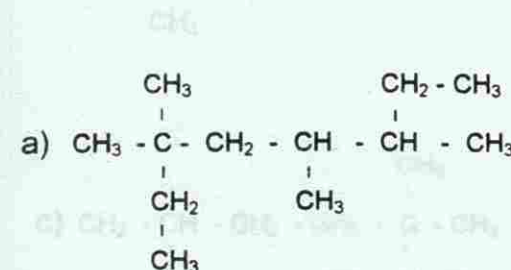
- g) Los números de cada sustituyente se separan con comas y el número o grupo de números se separan con un guión del nombre de la ramificación.

El nombre correcto para este compuesto es:

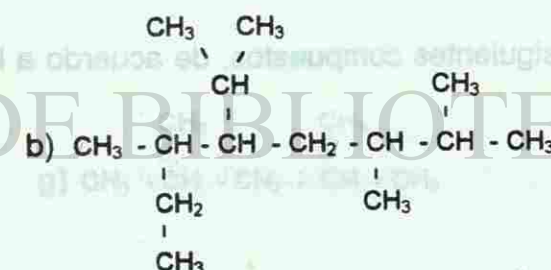
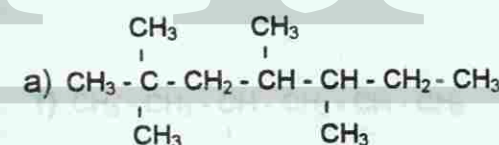
6-etil - 4-isopropil - 2, 3, 6, 8-tetrametilnonano

**\* NOTA:** Al aplicar el orden alfabético, los radicales isoalquilo y neopentilo se considera que empiezan con "i" y con "n" respectivamente, pero los radicales sec-butilo, ter-butilo y ter-pentilo empiezan con las letras "b" y "p" respectivamente. Por lo que el orden alfabético a seguir es: butil, sec-butil, ter-butil, etil, isobutil, isopropil, metil, neopentil, pentil y propil.

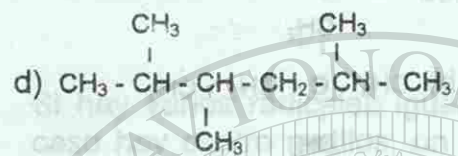
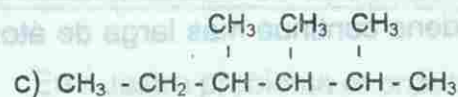
- 2.- En los siguientes alcanos, subraya la cadena continua más larga de átomos de carbono.



- 3.- En las siguientes fórmulas de alcanos, numera la cadena más larga, empezando por el extremo más próximo a donde exista una ramificación.





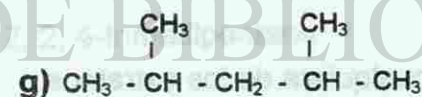
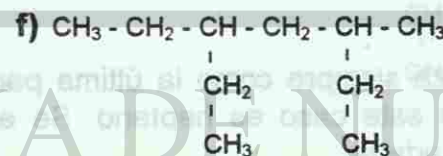
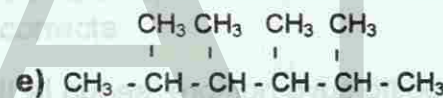
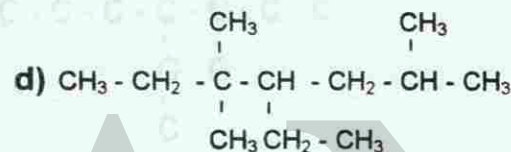
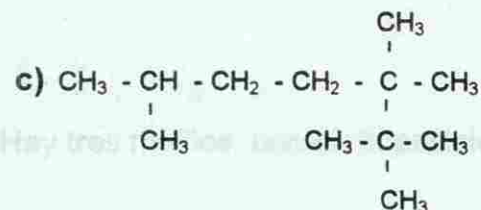
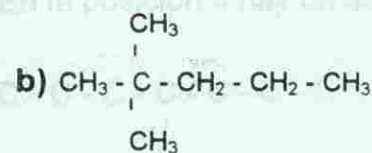
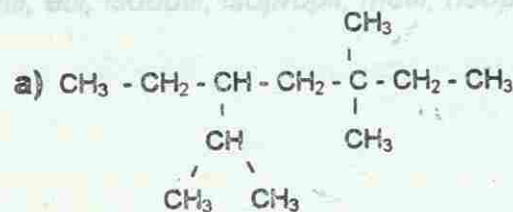


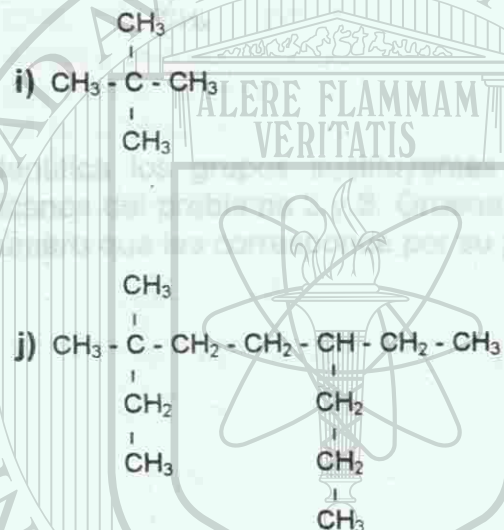
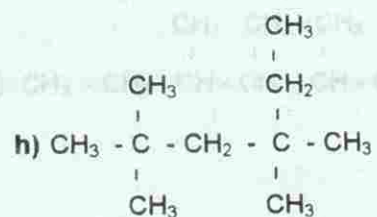
4.- Identifica los grupos sustituyentes unidos a la cadena principal en los alcanos del problema 2 y 3. Ordénalos alfabéticamente, anteponiéndoles el número que les corresponde por su posición en la cadena.

5.- Escribe los nombres completos para los compuestos del ejercicio 2 y 3.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

6.- Escribe el nombre correcto de los siguientes compuestos, de acuerdo a las reglas IUPAC de nomenclatura.





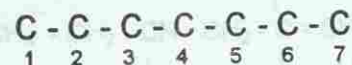
7.- Escribe la fórmula estructural del compuesto cuyo nombre, según la IUPAC, es 4-etil-2,5,5,-trimetilheptano.

Solución:

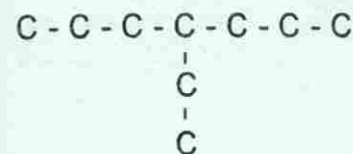
a) Como la cadena más larga se indica siempre como la última parte del nombre del compuesto, la cadena en este caso es heptano. Se escribe entonces siete átomos de carbono en cadena.



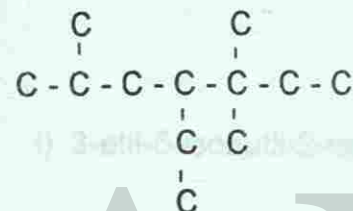
b) Se numera la cadena empezando en cualquiera de los extremos.



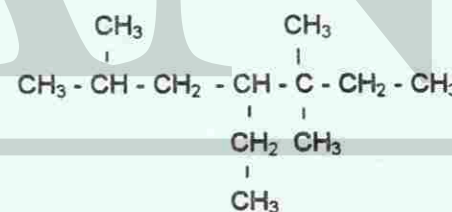
c) En la posición 4 hay un etilo.



d) Hay tres metilos, uno en la posición 2 y dos en el carbono 5



e) Por último, se colocan los átomos de hidrógeno para tener la estructura correcta.



8.- Escribe la fórmula estructural para cada uno de los siguientes alcanos: <sup>®</sup>

a) 2, 2, 4-trimetilpentano

b) 4-ter-butil -4-etil - 2,2,5-trimetilheptano



c) 5-etil -2-metiloctano



d) 5-etil -4-isopropil -2,3-dimetiloctano



e) 4-etil- 2-metilhexano

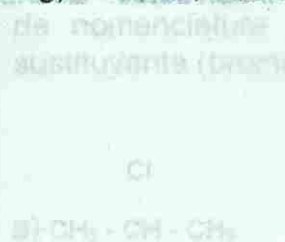
# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

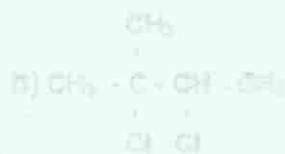
f) 2,2,3,4,4-pentametilpentano



g) 6-etil - 3,3-dimetilnonano



h) 2-metilpropano



i) 3-etil-5-isobutil-2-metilnonano



j) 4-isopropil- 2-metilheptano



9.- Un nombre incorrecto para un compuesto es 2,2-dietilbutano. Escribe la fórmula estructural y corrige el nombre del compuesto.

12.- Escribe la fórmula de los siguientes halogenuros de alquilo.

a) Cloruro de n-butilo.

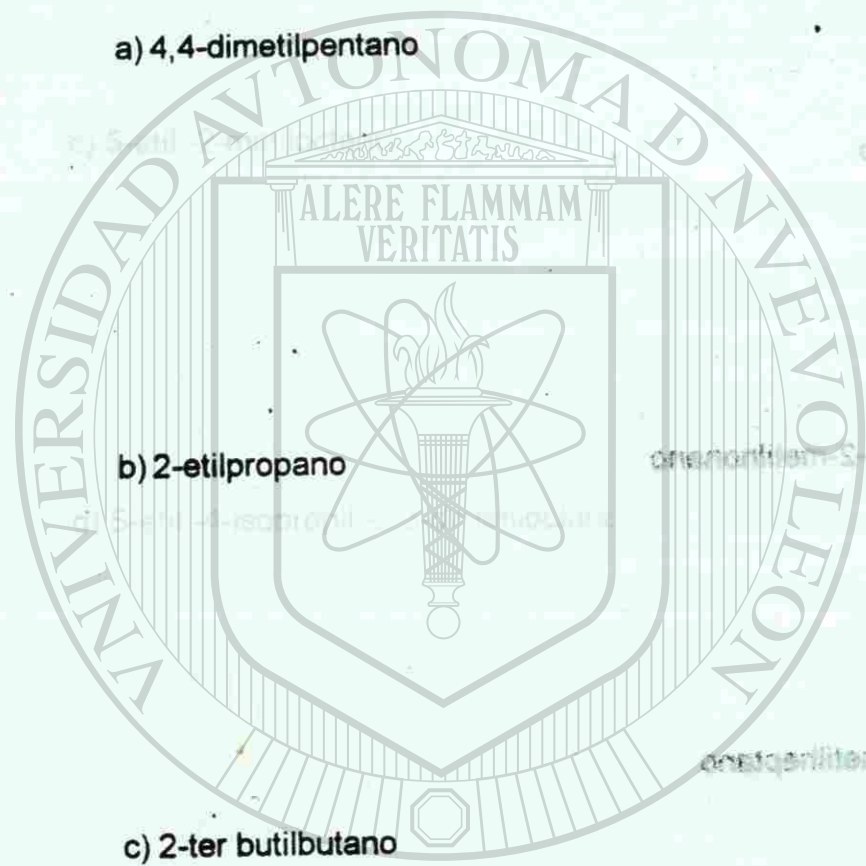
10.- Los nombres que aparecen a continuación son incorrectos. Escribe su estructura y el nombre correcto para cada uno.

a) 4,4-dimetilpentano

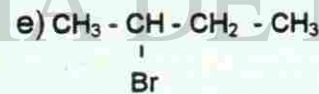
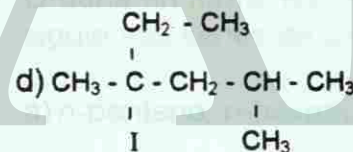
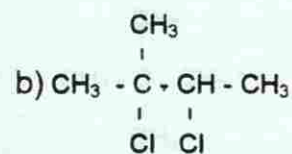
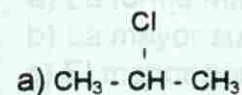
b) 2-etilpropano

c) 2-ter butilbutano

d) 2-metil - 2- sec butilpentano



11.- Escribe el nombre de los siguientes compuestos. Sigue las mismas reglas de nomenclatura para alcanos, nombrando a los halógenos como un sustituyente (bromo, cloro, yodo).



12.- Escribe la fórmula de los siguientes halogenuros de alquilo.

a) Cloruro de sec-butilo.

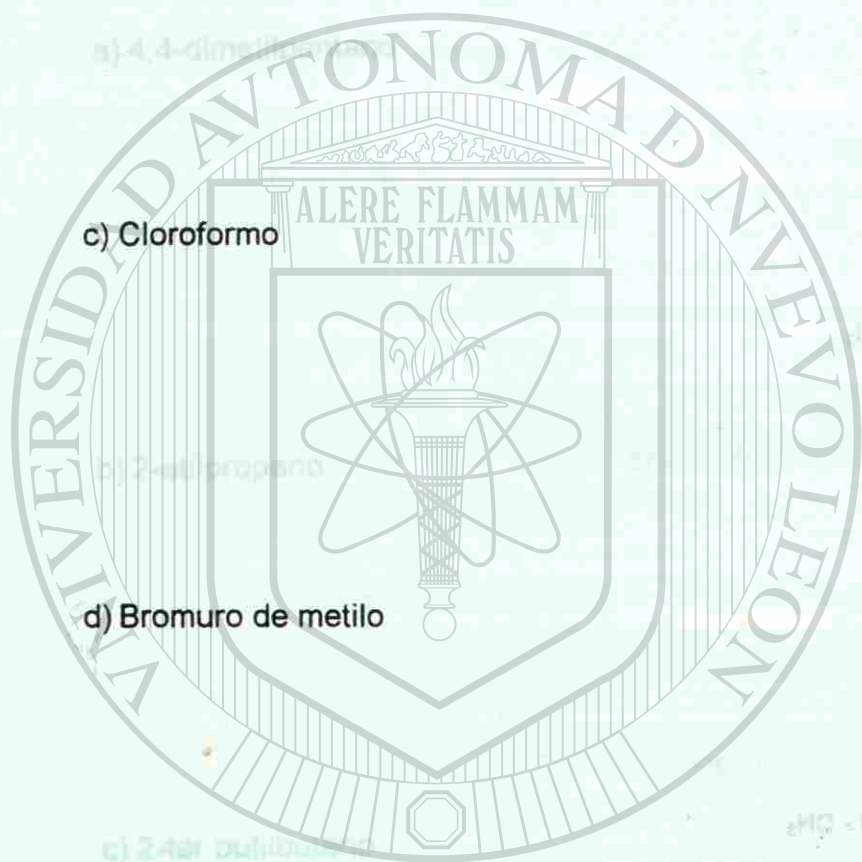
b) 2-cloro -3-metilbutano

c) Cloroformo

d) Bromuro de metilo

e) 3-cloro -3-etil -2-metilpentano

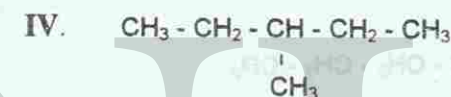
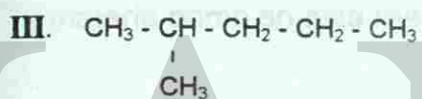
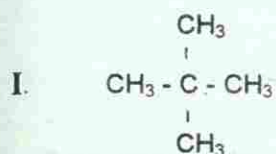
f) Tetracloruro de carbono



### Actividad 12.6 Propiedades físicas de los alcanos.

1.- Indica en los siguientes ejemplos de alcanos, cuál se espera que tenga:

- La forma más esférica
- La mayor superficie
- El menor punto de ebullición
- El mayor punto de ebullición



2.- Ordena en forma creciente según sus puntos de ebullición, cada una de las siguientes series de compuestos.

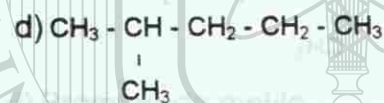
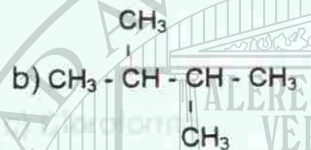
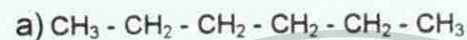
a) n-pentano, n-hexano, n-butano

b) n-hexano, n-pentano, 2-metilpentano

c) n-octano, 2,2,3-trimetilpentano, 2-metilheptano

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.- Ordena en forma decreciente según sus puntos de ebullición, los siguientes alcanos:



### Actividad 12.7 Propiedades químicas

1.- ¿Por qué a los alcanos se les llama también parafinas?

2.- ¿Cuáles son los productos principales de la combustión de los alcanos?

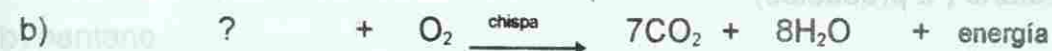
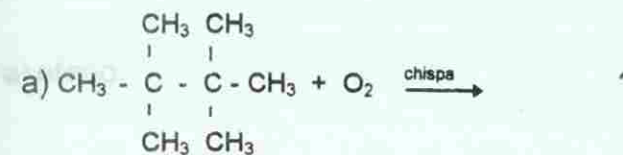
3.- Escribe y balancea la reacción de combustión de:

a) n-pentano

f) Tetracloruro de carbono

b) n-hexano


4.- Completa las siguientes reacciones de combustión



5.- Los resultados estequiométricos de una combustión fueron 7 moles de dióxido de carbono, 8 moles de agua y se liberó energía, ¿cuál pudo ser la materia prima en esta reacción?

6.- En un motor de combustión interna, ¿qué se utiliza de la combustión de la gasolina para causar el movimiento?

7.- ¿En qué consiste el cracking o pirólisis?

8.- Indica los productos que se pueden obtener del cracking del pentano. Escribe la reacción que lo representa. 

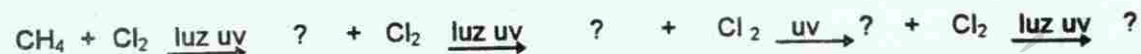
9.- Escribe la reacción controlada para obtener productos de monohalogenación de cloro con:

a) etano (1 producto)

b) butano (2 productos)

c) isopentano (4 productos)

10.- Completa las siguientes reacciones. Escribe el nombre de los productos formados.



11.- ¿Cuál es el subproducto formado en la halogenación de alcanos?

a) n-hexano

12.- Nombra y escribe la estructura de todos los posibles productos de monobromación.

a) etano

b) pentano

c) 2,2-dimetilbutano

13.- Si un alcano de seis átomos de carbono forma tres compuestos de monoclорación, ¿se tratará del n-hexano o del 2,3 dimetilbutano?



14.- Escribe las reacciones que ocurren al hacer reaccionar el propano a temperatura ambiente y baja presión, con los siguientes reactivos. En los casos donde la reacción no se efectúa, indícalo.

a) NaOH concentrado

b) Br<sub>2</sub>, luz uv

c) KMnO<sub>4</sub> diluido

d) K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

e) HNO<sub>3</sub>

f) HCl

g) O<sub>2</sub> y una chispa

h) Cl<sub>2</sub> en la oscuridad

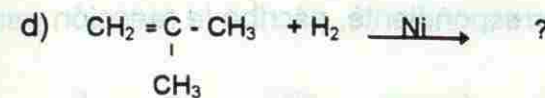
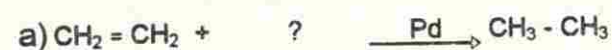
### Actividad 12.8 Métodos de obtención

1.- ¿De qué está compuesto el gas natural?, ¿y el gas LP o butano?

2.- ¿Qué se utiliza como catalizador en la hidrogenación catalítica?

3.- ¿Cuál es el producto de la hidrogenación de alquenos?

4.- Completa las siguientes reacciones:



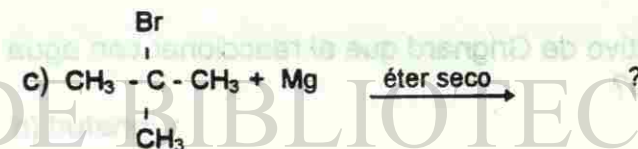
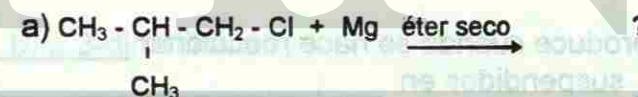
5.- Escribe las reacciones de hidrogenación, a partir del alqueno correspondiente, para obtener:

a) butano

b) 2,3-dimetilbutano

c) isohexano

6.- Completa las siguientes reacciones:







7.- Utilizando el reactivo de Grignard correspondiente, escribe la reacción para obtener:

a) pentano

b) isobutano

c) isopentano

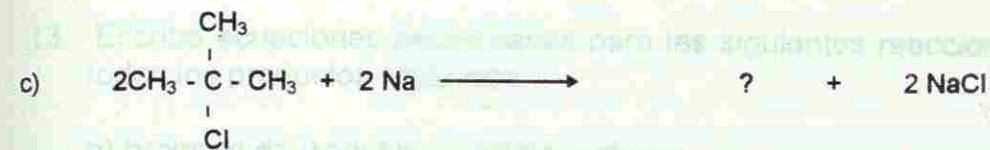
8.- Completa los siguientes enunciados:

a) El reactivo de Grignard se produce cuando se hace reaccionar \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ suspendidos en \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_ es el subproducto de la reacción entre el reactivo de Grignard y agua.

c) ¿Cuál es la fórmula del reactivo de Grignard que al reaccionar con agua produce 2,2 - dimetilpropano?

9.- Completa las siguientes reacciones:



10.- Escribe las reacciones de Würtz para obtener los siguientes alcanos:

a) hexano

b) 2,3-dimetilbutano

c) butano

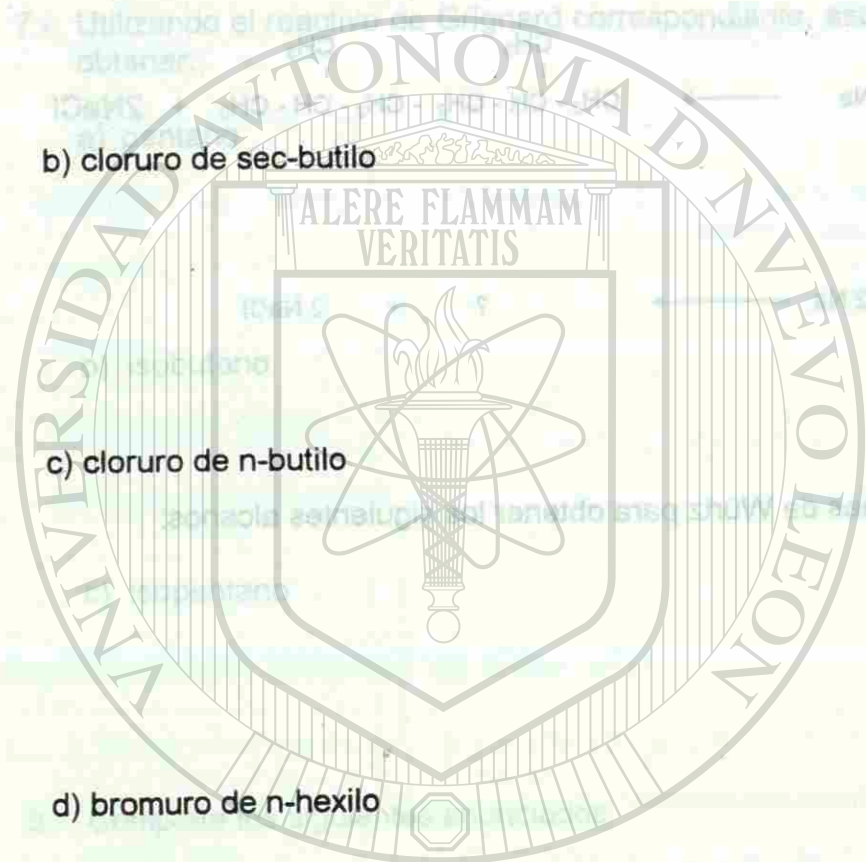
11.- Indica el alcano que se obtiene al aplicar la reacción de Würtz a los siguientes halogenuros de alquilo.

a) bromuro de etilo

b) cloruro de sec-butilo

c) cloruro de n-butilo

d) bromuro de n-hexilo



12.- Contesta brevemente lo siguiente:

a) Para obtener n-hexano por la síntesis de Würtz, ¿cuál es la materia prima utilizada?

b) ¿Cuál es el reactivo inorgánico utilizado en la síntesis de Würtz?

c) ¿Qué tipo de alcanos se obtienen por la síntesis de Würtz?

d) ¿Será posible obtener pentano con buen rendimiento, por el método de Würtz? ¿Por qué?

13.- Escribe ecuaciones balanceadas para las siguientes reacciones y nombra todos los productos orgánicos.

a) bromuro de isobutilo + Mg/éter anhidro

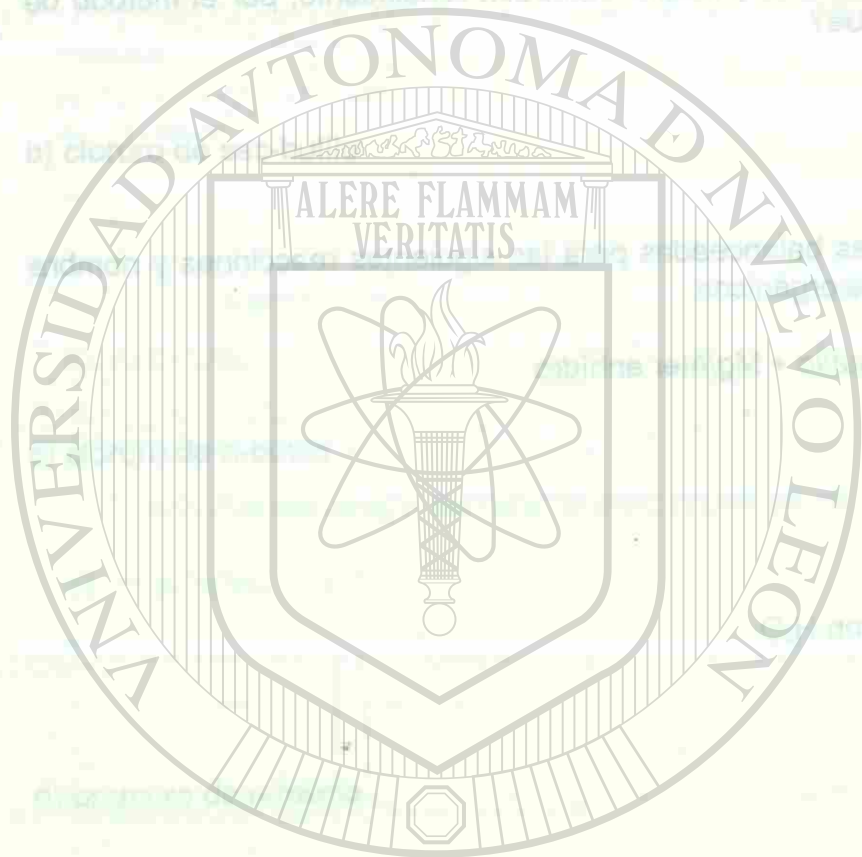
b) producto de a) con  $H_2O$

c) preparación de n-butano a partir de 2-buteno

d) monobromación del 2,2-dimetilbutano

e) Obtención de 3,4-dimetilhexano por el método de Würtz

f) Producto que se obtiene en mayor proporción de la cloración de 2-metilpropano.



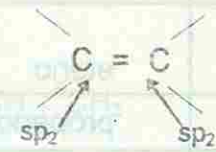
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

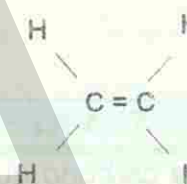
### 3.- Alquenos

Los alquenos son hidrocarburos que se caracterizan por tener un doble enlace entre dos átomos de carbono. Los átomos de carbono que soportan el doble enlace tienen hibridación  $sp^2$ .

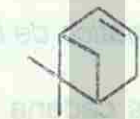
| Número de carbonos | Número de átomos de hidrógeno | Fórmula                        |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 2                  | 4                             | $CH_2 = CH_2$                  |
| 3                  | 6                             | $CH_3 - CH = CH_2$             |
| 4                  | 8                             | $CH_3 - CH = CH - CH_3$        |
| 5                  | 10                            | $CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_3$ |



La fórmula general de los alquenos es  $C_nH_{2n}$ , se les llama también olefinas o hidrocarburos olefínicos. Son abundantes en la naturaleza y muchos tienen importantes funciones biológicas. Por ejemplo, el etileno es una hormona vegetal (auxina) que induce la maduración de las frutas, y el pineno es el componente principal de la trementina o aguarrás.



Etileno



α-Pineno

La vida sería imposible sin alquenos como el Caroteno, compuesto que presenta 11 dobles enlaces. Este pigmento anaranjado, que imparte su color a diversos vegetales como las zanahorias, es una valiosa fuente de vitamina A, y se considera que proporciona cierta protección contra algunos tipos de cáncer.



β - Caroteno (pigmento anaranjado precursor de la vitamina A)

## Nomenclatura

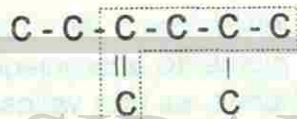
Los cuatro primeros términos de la serie de los alquenos tienen, además de su nombre sistemático, un nombre trivial.

| Fórmula   | Nombre sistemático | Nombre trivial |
|---|--------------------|----------------|
| $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$   | eteno              | etileno        |
| $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$                             | propeno            | propileno      |
| $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$               | 1-buteno           | 1-butileno     |
| $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$                 | 2-buteno           | 2-butileno     |
| $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ | 1-penteno          | 1-amileno      |
| $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$   | 2-penteno          | 2-amileno      |

### Nomenclatura sistemática de los alquenos

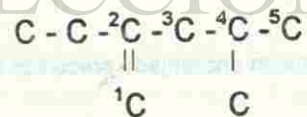
- Se selecciona la cadena más larga de átomos de carbono que contenga a la doble ligadura.

Ejemplo:



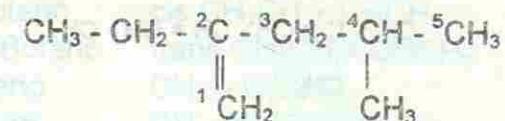
- Se numera la cadena, empezando por el extremo más próximo al doble enlace.

Ejemplo:



- Se utilizan las mismas reglas de los alcanos para indicar los grupos sustituyentes de la cadena principal.
- Por último, se da el nombre que corresponde a la cadena más larga que contiene el doble enlace, cambiando la terminación *ano* por *eno* y anteponiendo el número del primer carbono donde se apoya la doble ligadura.

Ejemplo:



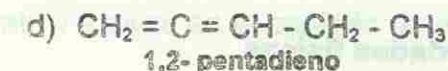
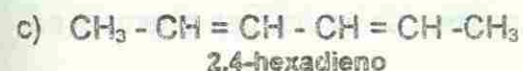
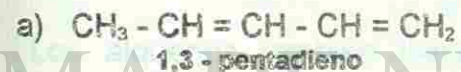
2-etil-4-metil-1-penteno

Se tienen también dos radicales no saturados tan comunes que se les da un nombre especial: Vinilo,  $\text{CH}_2 = \text{CH} -$ , y alilo,  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 -$ .

### RESUELVE LA ACTIVIDAD 12:9

### Dienos

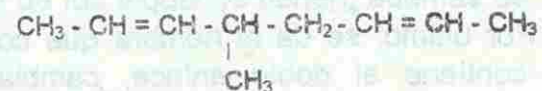
Los dienos son compuestos que tienen dos dobles ligaduras. Ejemplos:



La nomenclatura es similar a la de los alquenos, excepto que se anteponen dos números al nombre de la cadena principal, que indican las posiciones de los dobles enlaces, y se da la terminación *dieno*.

Los dienos se clasifican, de acuerdo al arreglo de los dobles enlaces, en:

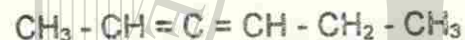
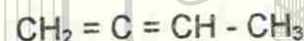
**Aislados:** Los dobles enlaces están separados por más de un enlace sencillo.  
Ejemplos:



**Conjugados:** Los dobles enlaces están separados por un enlace sencillo.  
Ejemplos:



**Acumulados:** Los dobles enlaces no están separados por ningún enlace sencillo.  
Ejemplos:



### RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.10

#### Propiedades físicas

Las propiedades físicas de algunos alquenos se dan en la Tabla 12.3. A temperatura ambiente (20°C) los alquenos no ramificados de dos a cuatro átomos de carbono son gases, los que contienen de 5 a 18 átomos de carbono son líquidos, los que contienen 18 o más átomos de carbono son sólidos. Los alquenos son insolubles en agua, que es un disolvente polar, pero se disuelven en disolventes no polares tales como los éteres, otros hidrocarburos y tetracloruro de carbono. Los alquenos son más ligeros que el agua y su punto de ebullición aumenta con el tamaño de la molécula.

Tabla 12.3 Propiedades físicas de algunos alquenos

| Compuesto        | Fórmula   | Punto de ebullición | Punto de fusión | Densidad (g/mL a 20°) |
|------------------|---|---------------------|-----------------|-----------------------|
| Etileno          | $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$                                 | -103.7              | -169.2          |                       |
| Propileno        | $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_3$                               | -47.7               | -185.3          | 0.514                 |
| 1-Buteno         | $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_3$                    | -6.3                | -185.4          | 0.595                 |
| cis-2-Buteno     | cis $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CHCH}_3$                  | 3.7                 | -138.9          | 0.621                 |
| trans-2-Buteno   | trans $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CHCH}_3$                | 0.9                 | -105.6          | 0.604                 |
| Isobutileno      | $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)_2$                     | -6.9                | -140.4          | 0.594                 |
| 1-Penteno        | $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$         | 29.9                | -165.2          | 0.641                 |
| cis-2-Penteno    | cis $\text{CHCH} = \text{CHCH}_2\text{CH}_3$                | 36.9                | -151.4          | 0.656                 |
| trans-2-Penteno  | trans $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH}_3$     | 36.4                | -140.2          | 0.648                 |
| 2-Metil-1-buteno | $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ | 31.2                | -137.6          | 0.650                 |
| 3-Metil-1-buteno | $\text{CH}_2 = \text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$                  | 20.1                | -168.5          | 0.627                 |
| 2-Metil-2-buteno | $(\text{CH}_3)_2\text{C} = \text{CHCH}_3$                   | 38.6                | -133.8          | 0.662                 |
| 1-Hexeno         | $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$         | 63.5                | -139.8          | 0.673                 |
| 1-Hepteno        | $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$         | 93.6                | -119.0          | 0.697                 |
| 1-Octeno         | $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$         | 121.3               | -101.7          | 0.715                 |

### RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.11

#### Isomería de alquenos

Los alquenos también llamados olefinas, presentan isomería de cadena, isomería de posición o lugar e isomería geométrica.

La isomería estructural de cadena. Se trató y explicó en el capítulo de alcanos.

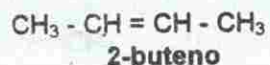
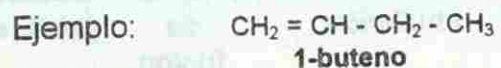
Ejemplo:



1-penteno

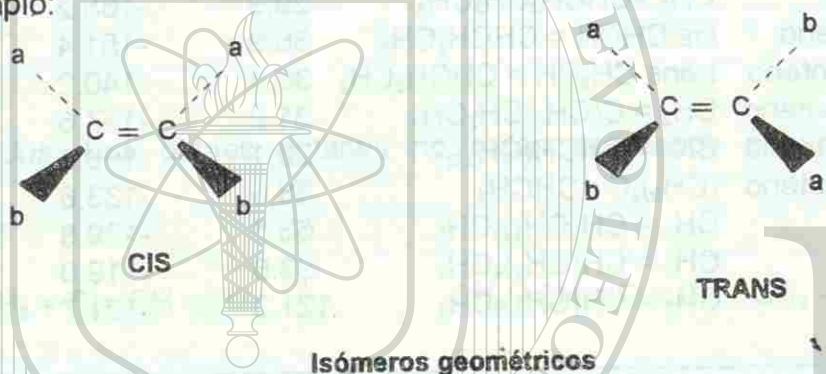
2-metil-1-buteno

La isomería de posición o lugar (de la doble ligadura que es el grupo funcional). En este tipo de isomería, la cadena hidrocarbonada es idéntica en ambos isómeros, variando solamente el sitio donde se encuentra la doble ligadura.

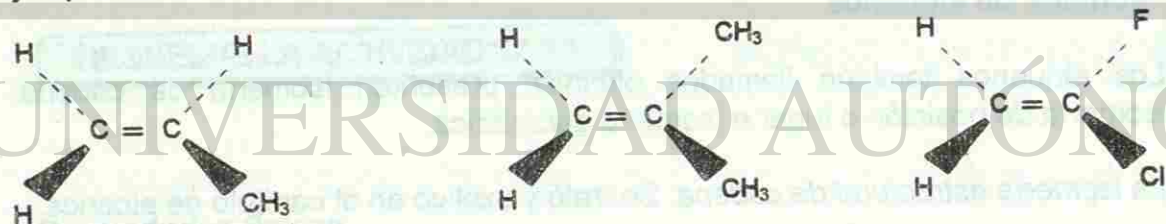


Isomería geométrica o isomería configuracional cis-trans. Isómeros geométricos o isómeros cis-trans son compuestos con estructuras idénticas, pero que difieren en la distribución de los átomos en el espacio y sólo pueden interconvertirse, mediante la ruptura y formación de enlaces.

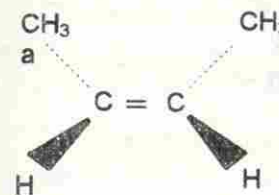
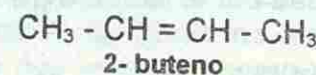
Ejemplo:



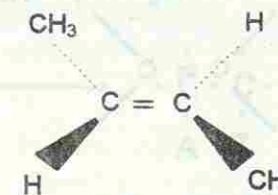
La colocación de los grupos sustituyentes de los átomos de carbono de la doble ligadura determina si pueden existir o no, las formas isómeras cis y trans. La isomería geométrica no será posible si uno de los dos átomos de carbono, que forman la doble ligadura, tiene dos grupos sustituyentes idénticos. Algunos ejemplos de alquenos sin isomería se ilustran a continuación:



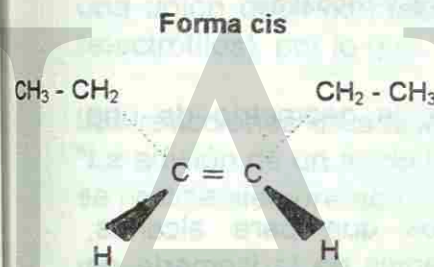
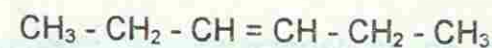
La isomería geométrica se presenta cuando los sustituyentes iguales se encuentran unidos a carbonos diferentes de la doble ligadura. Ejemplos:



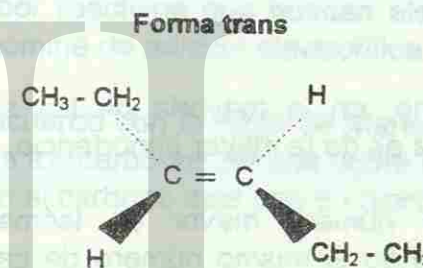
cis-2-buteno



trans-2-buteno



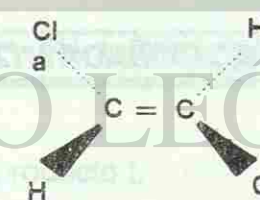
Forma cis



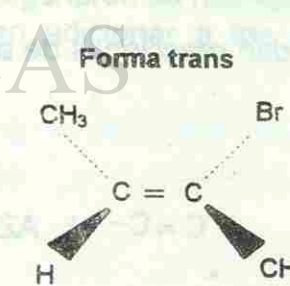
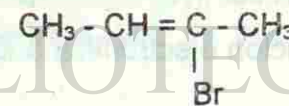
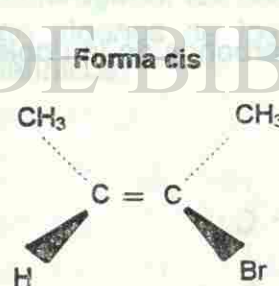
Forma trans



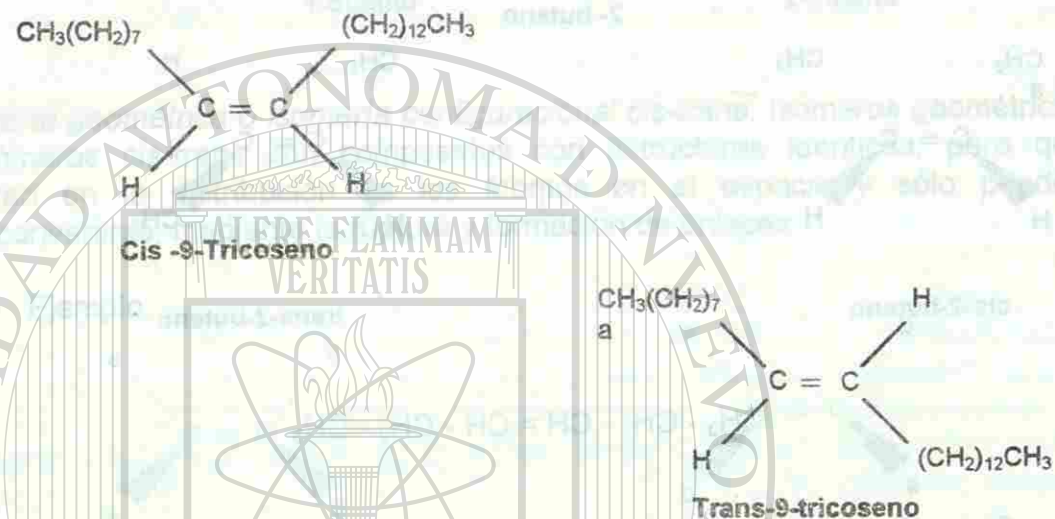
Forma cis



Forma trans



Mientras que el isomerismo geométrico puede parecer de poca importancia práctica para nosotros, es sumamente importante para los insectos. La hembra mosca, secreta *cis*-9-tricoseno como sustancia atractiva para el macho, quien tiene poca, si acaso alguna, afinidad por el isómero *trans*.



De hecho, en la mayoría de los sistemas biológicos, la geometría de una molécula es de la mayor importancia.

Hay un número mayor de isómeros para alquenos que para alcanos, conteniendo el mismo número de carbono, porque además de la isomería de cadena común a las dos series de compuestos, los alquenos presentan isomería de posición de la doble ligadura y la isomería *cis-trans*.

### RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.12

#### Propiedades químicas

Los alquenos dan reacciones de adición electrofílica a los carbonos de la doble ligadura.



La reacción de adición se lleva a cabo en condiciones de temperatura y presión que por lo general son ambientales.

El doble enlace está formado por una unión fuerte sigma( $\sigma$ ) y una unión débil pi( $\pi$ ), por lo que, la reacción típica de los alquenos es la ruptura de la unión débil  $\pi$  y la formación de dos enlaces sigma( $\sigma$ ) en su lugar.

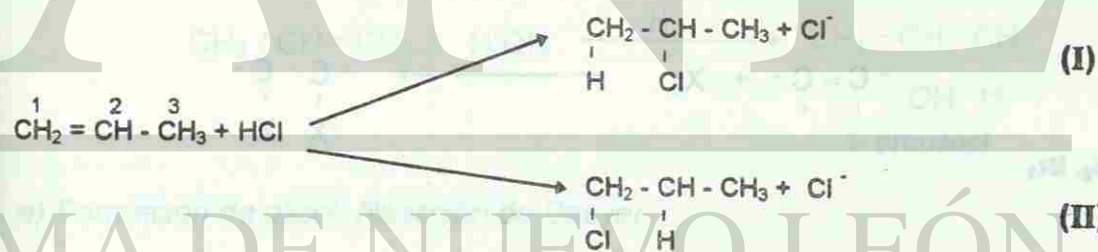


Una reacción en la cual dos moléculas se combinan para producir una sola molécula como producto, se llama reacción de adición.

Las reacciones de adición son características de compuestos, que tienen átomos que comparten más de un par de electrones. Los electrones  $\pi$ , por ser una unión débil son fácilmente atacados por reactivos que buscan electrones (electrófilos), por lo que la reacción se denomina de adición electrofílica.

Las reacciones de adición se realizan de acuerdo con la regla de Markovnikov: "La adición de un ácido halogenhídrico HX a los carbonos de una doble ligadura se realiza siempre adicionando el hidrógeno al carbono más rico en hidrógeno."

Ejemplo de reacción de Markovnikov



En la reacción anterior se forma solamente el producto I.

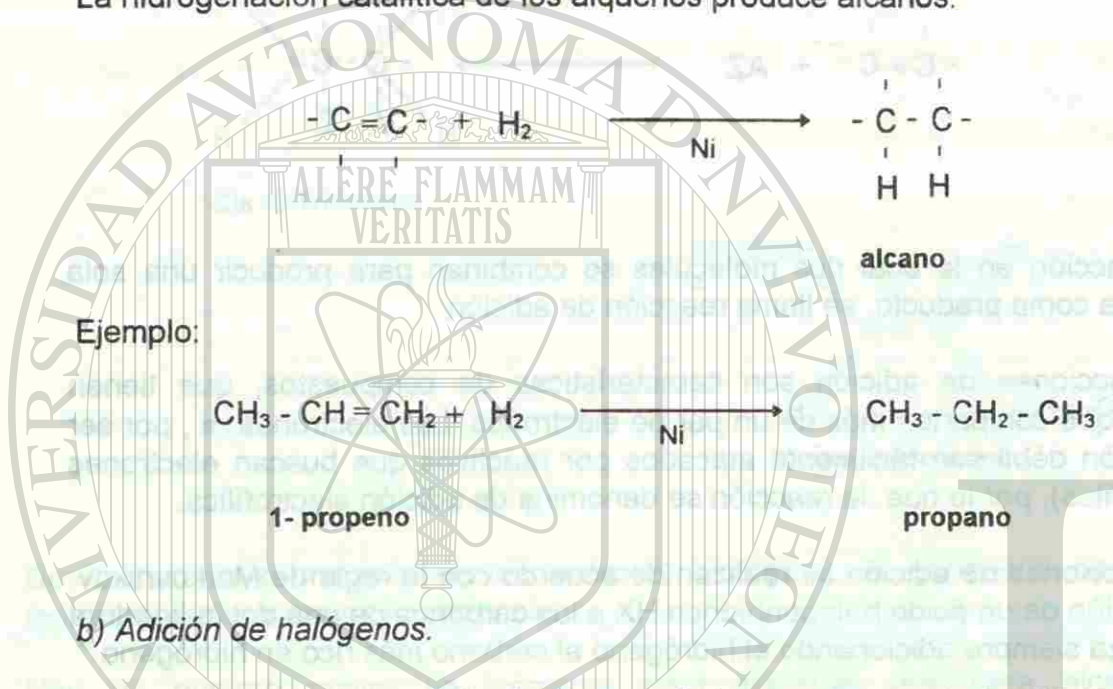
El hidrógeno, los halógenos (Cl<sub>2</sub> o Br<sub>2</sub>), los halogenuros de hidrógeno y el agua son algunos de los reactivos que se pueden adicionar a los hidrocarburos olefinicos.

**Principales reacciones**

Reacciones de adición.

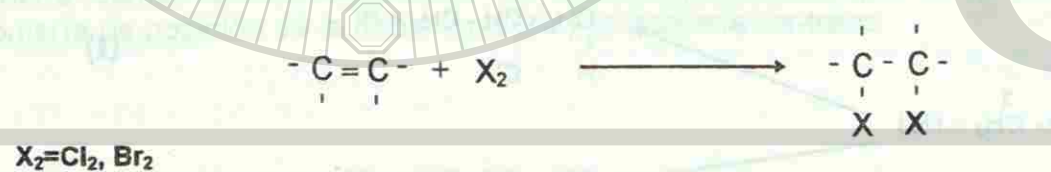
a) Adición de hidrógeno. Hidrogenación catalítica. (Ver página 70)

La hidrogenación catalítica de los alquenos produce alcanos.

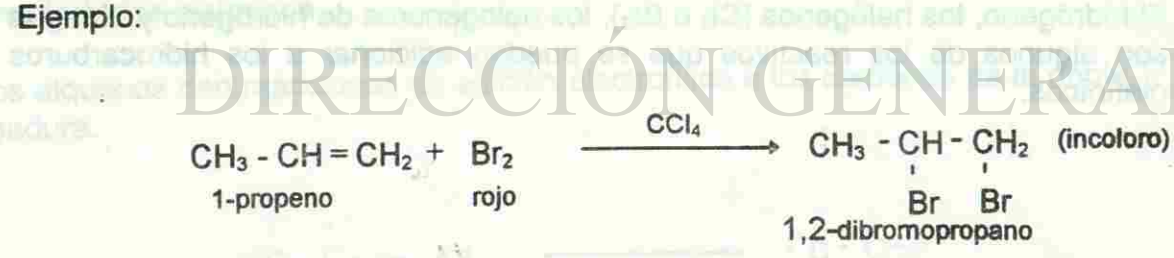


b) Adición de halógenos.

Los alquenos, en presencia de cloro o de bromo, se convierten fácilmente en compuestos saturados dihalogenados en carbonos vecinos.

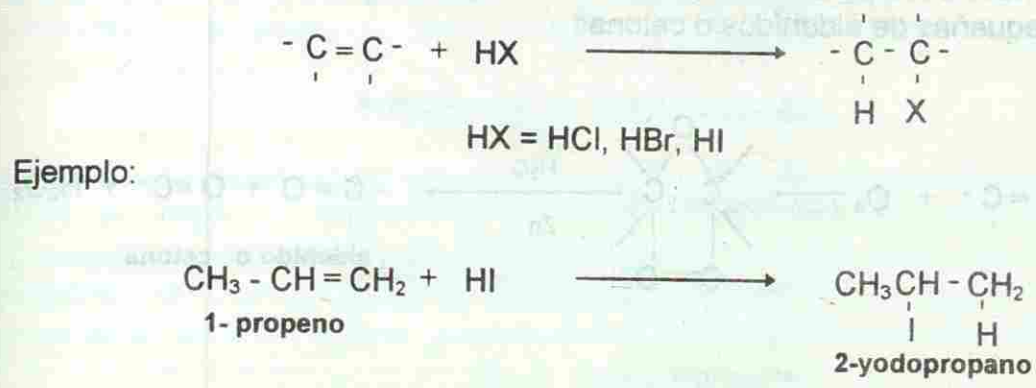


La reacción con bromo es muy útil para detectar la presencia de dobles enlaces. La solución de bromo en tetracloruro de carbono ( $\text{CCl}_4$ ) que es de color rojo, en presencia de alquenos, queda incolora.



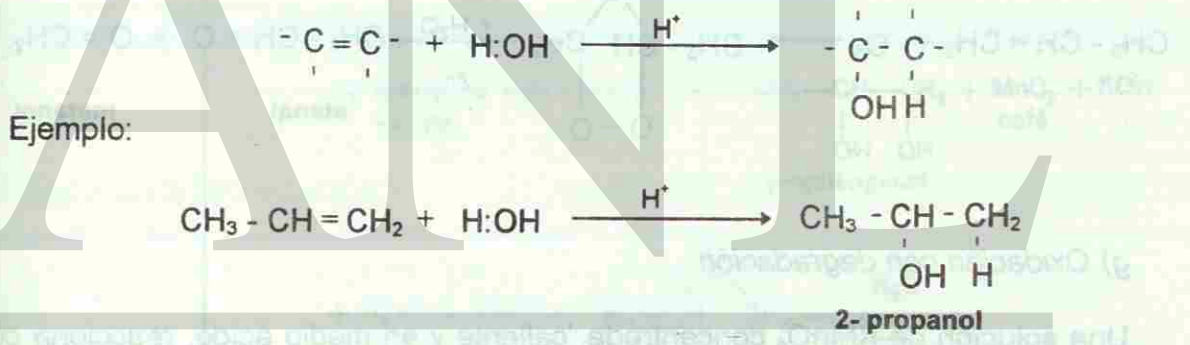
c) Adición de ácidos halogenhídricos.

Los alquenos adicionan una molécula de ácido halogenhídrico, de acuerdo con la regla de Markovnikov, convirtiéndose en halogenuros de alquilo.



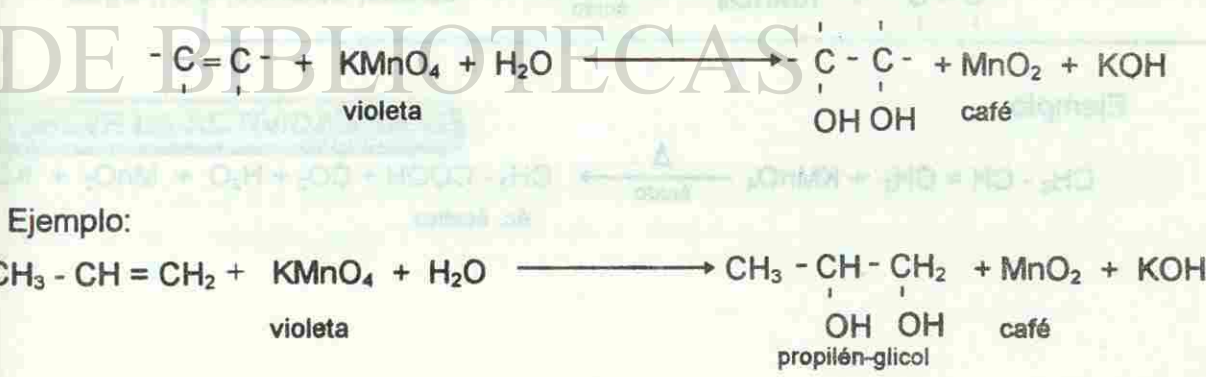
d) Adición de agua.

El agua se adiciona al doble enlace en presencia de ácidos, produciendo alcoholes.



e) Formación de glicol. Reacción de Baeyer.

Una solución diluida de  $\text{KMnO}_4$  (permanganato de potasio), en medio alcalino o neutro y en frío, reacciona con los dobles enlaces, produciendo dialcoholes, llamados glicoles.

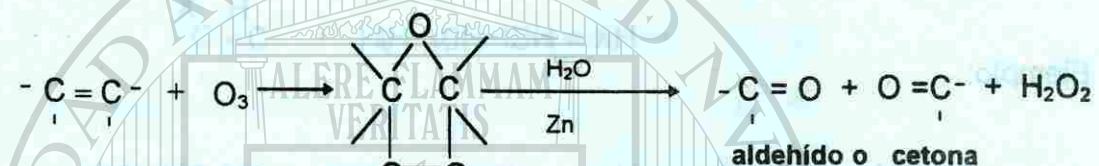




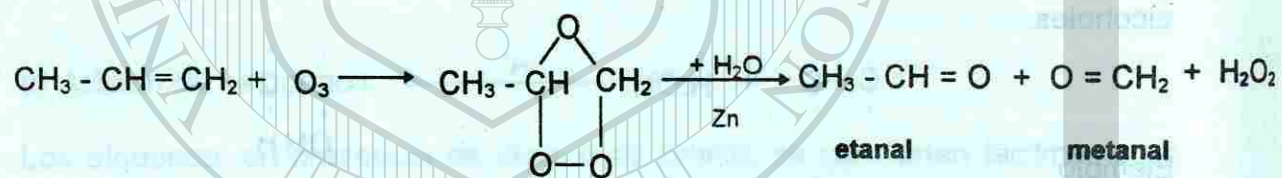
## Reacciones de degradación

## f) Ozonólisis.

La ozonólisis rompe el doble enlace de un alqueno, generando dos moléculas más pequeñas de aldehídos o cetonas.

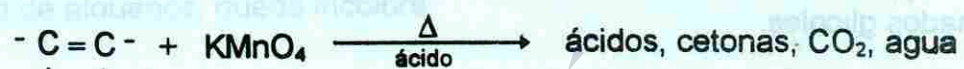


Si se ozoniza un alqueno con doble enlace tetra sustituido, los fragmentos que resultan son dos cetonas; si el enlace es trisustituido, se forma una cetona y un aldehído y así sucesivamente.

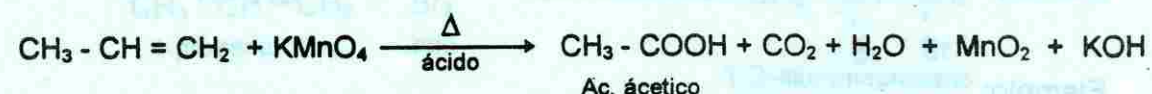


## g) Oxidación con degradación

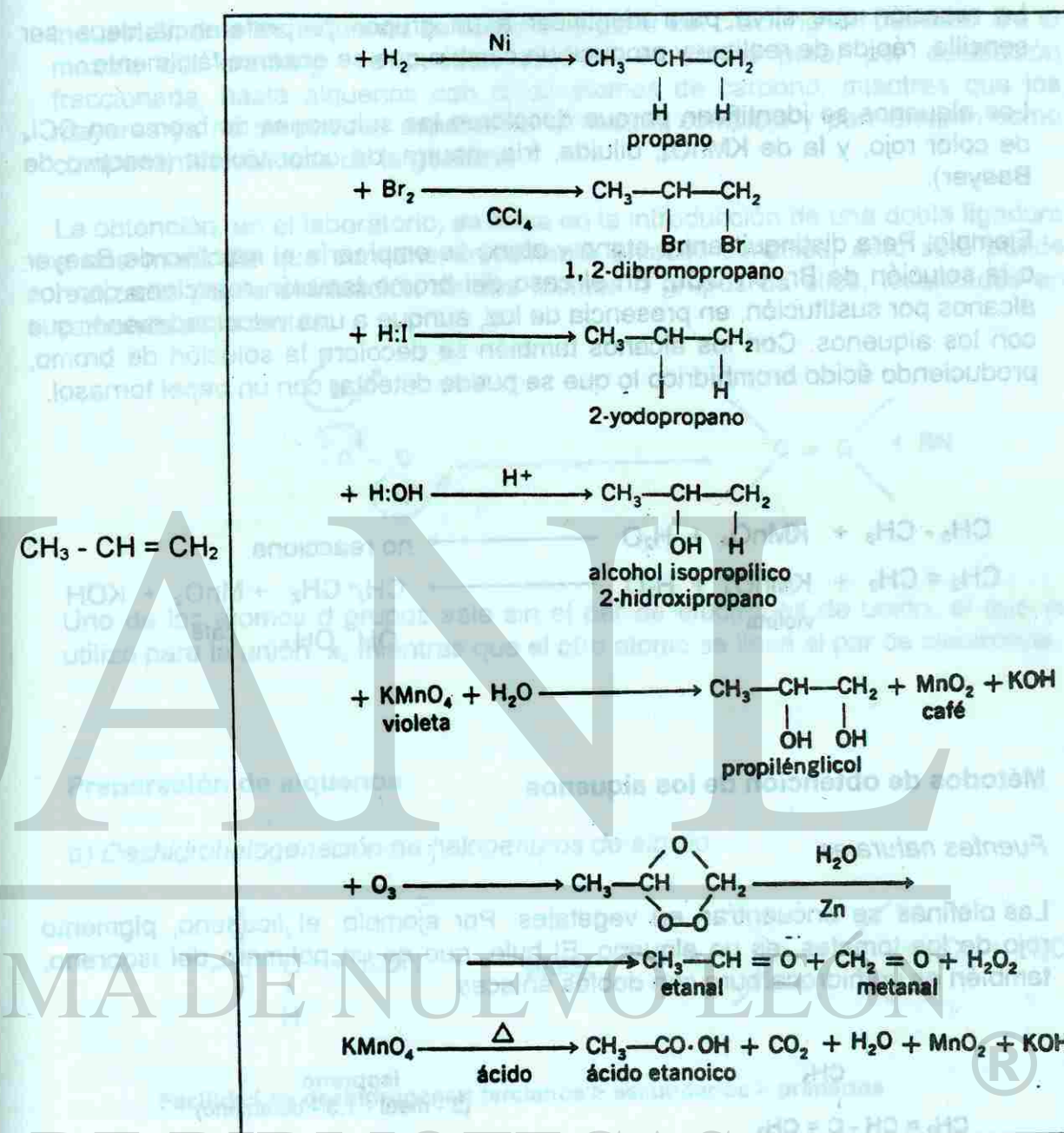
Una solución de  $\text{KMnO}_4$  concentrada, caliente y en medio ácido, reacciona con los alquenos, rompiendo el doble enlace y generando ácidos, cetonas o  $\text{CO}_2$ . Si en el doble enlace está presente un hidrógeno, se producen ácidos carboxílicos; si hay dos hidrógenos presentes en un mismo carbono se forma  $\text{CO}_2$ . Cuando el doble enlace no contiene hidrógeno, se forman cetonas.



Ejemplo:



## Cuadro esquemático de las principales reacciones químicas de los alquenos



RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.13

### Identificación de alquenos

La reacción que sirva para identificar a un grupo, de preferencia debe ser sencilla, rápida de realizar y producir un cambio que se observe fácilmente.

Los alquenos se identifican porque decoloran las soluciones de bromo en  $\text{CCl}_4$  de color rojo, y la de  $\text{KMnO}_4$ , diluida, fría, neutra, de color violeta (reactivo de Baeyer).

Ejemplo: Para distinguir entre etano y eteno se emplearía el reactivo de Baeyer o la solución de  $\text{Br}_2$  en  $\text{CCl}_4$ . En el caso del bromo también reacciona con los alcanos por sustitución, en presencia de luz, aunque a una velocidad menor que con los alquenos. Con los alcanos también se decolora la solución de bromo, produciendo ácido bromhídrico lo que se puede detectar con un papel tornasol.



### Métodos de obtención de los alquenos

#### Fuentes naturales

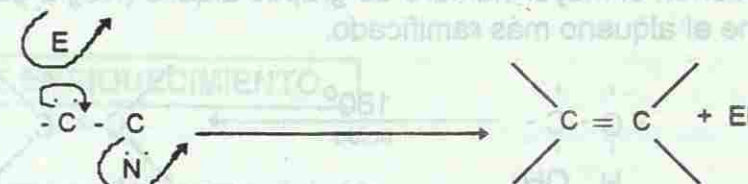
Las olefinas se encuentran en vegetales. Por ejemplo, el licopeno, pigmento rojo de los tomates, es un alqueno. El hule, que es un polímero del isopreno, también es un hidrocarburo con dobles enlaces.



### Métodos industriales

Industrialmente los alquenos se obtienen a partir del cracking del petróleo. De la mezcla del cracking, se pueden obtener en forma pura, por destilación fraccionada, hasta alquenos con cinco átomos de carbono, mientras que los mayores ya no se pueden separar de la mezcla compleja y permanecen como componentes valiosos de la gasolina.

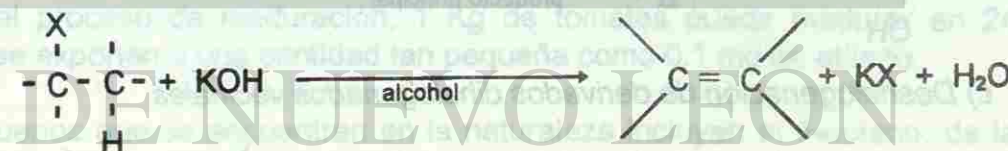
La obtención, en el laboratorio, se basa en la introducción de una doble ligadura a una molécula que contiene únicamente enlaces sencillos, esto sólo puede realizarse por la eliminación de dos átomos o grupos de ellos, localizados en carbonos adyacentes.



Uno de los átomos o grupos sale sin el par de electrones de unión, el que se utiliza para la unión  $\pi$ , mientras que el otro átomo se lleva el par de electrones.

### Preparación de alquenos

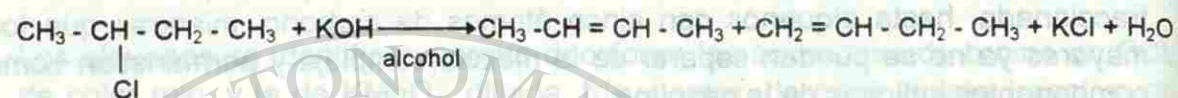
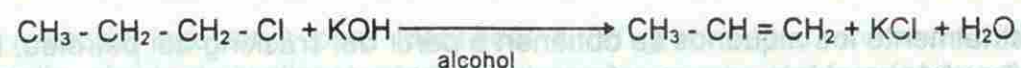
#### a) Deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo.



Facilidad de deshidrogenar: terciarios > secundarios > primarios

NOTA: Cuando el halógeno está unido a un carbono secundario o terciario, se obtienen mezclas, predomina el alqueno en el que los átomos de carbono, que soportan el doble enlace, tienen el mayor número de grupos alquilo (Regla de Saytzeff).

Ejemplos:



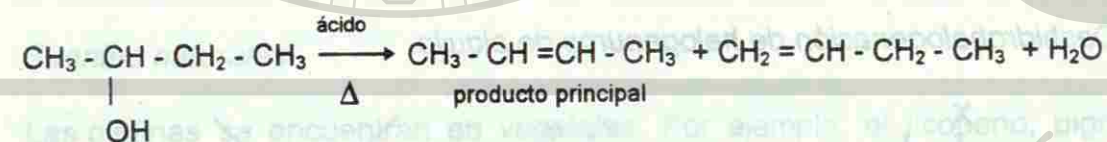
## b) Deshidratación de alcoholes.

Cuando el -OH está en un carbono secundario o terciario, se obtienen mezclas en las que predomina el alqueno en el que los átomos de carbono de la doble ligadura tienen el mayor número de grupos alquilo (Regla de Saytzeff). Es decir, se obtiene el alqueno más ramificado.



Facilidad de deshidrogenación: terciarios > secundarios > primarios.

Ejemplos:



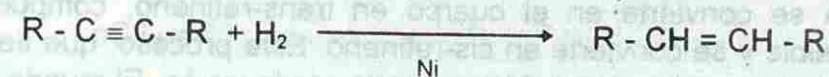
## c) Deshalogenación de derivados dihalogenados vecinales.



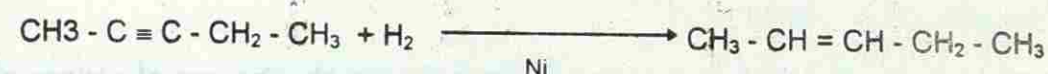
Ejemplo:



## d) Reducción de alquinos.



Ejemplo:



## RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.14

## LECTURAS DE ENRIQUECIMIENTO

## LE 12.2 Los alquenos y los seres vivos

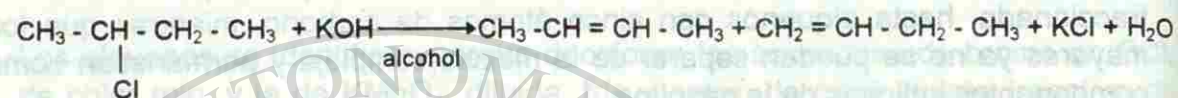
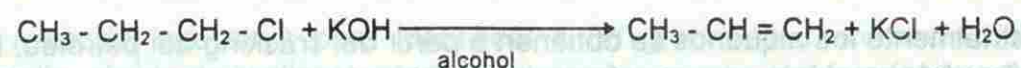
Las propiedades fisiológicas de los alquenos son similares a las de los alcanos. Se ha empleado el etileno como anestésico por inhalación, pero al igual que los alcanos gaseosos, puede causar inconsciencia y aun la muerte por asfixia. Rara vez se encuentran grandes cantidades de alquenos líquidos y sólidos (o mezclas de líquido y sólido). Probablemente actúan en nuestro cuerpo en forma muy similar a como lo hacen los alcanos.

Los alquenos se encuentran en forma abundante en la naturaleza. Las frutas y las verduras al madurar desprenden etileno, que a su vez, favorece la maduración. Los tecnólogos de alimentos introducen artificialmente etileno para acelerar el proceso de maduración; 1 Kg de tomates puede madurar en 24 horas si se exponen a una cantidad tan pequeña como 0.1 mg de etileno.

Otros alquenos que se encuentran en la naturaleza incluyen el 1-octeno, de la esencia del limón, y el octadeceno ( $\text{C}_{18}\text{H}_{36}$ ), del hígado de pescado. Los dienos (que tienen dos enlaces dobles) y los polienos (que tienen varios enlaces dobles) son bastante comunes.

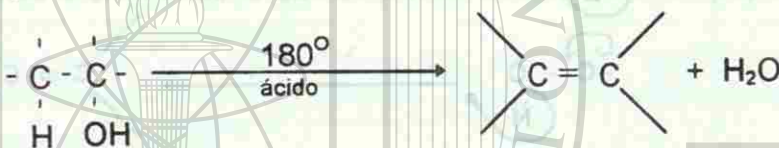
El butadieno ( $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ ) se encuentra en el café; un hexadecadieno ( $\text{C}_{16}\text{H}_{30}$ ) se presenta en el aceite de oliva; y los licopenos y los carotenos son polienos isoméricos ( $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$ ) que dan los atractivos colores rojo, anaranjado y amarillo a sandías, jitomates, zanahorias y otras frutas y verduras.

Ejemplos:



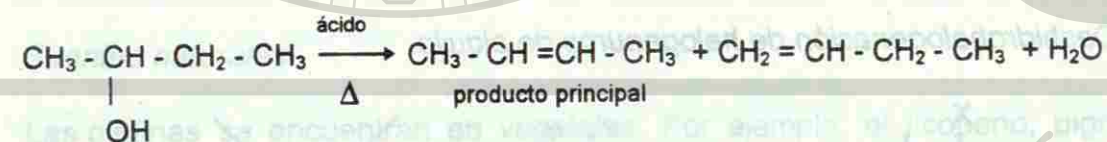
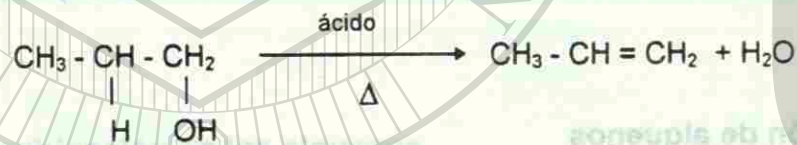
## b) Deshidratación de alcoholes.

Cuando el -OH está en un carbono secundario o terciario, se obtienen mezclas en las que predomina el alqueno en el que los átomos de carbono de la doble ligadura tienen el mayor número de grupos alquilo (Regla de Saytzeff). Es decir, se obtiene el alqueno más ramificado.



Facilidad de deshidrogenación: terciarios > secundarios > primarios.

Ejemplos:



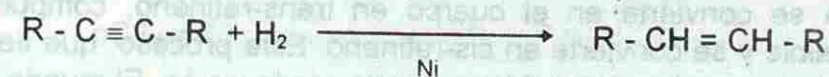
## c) Deshalogenación de derivados dihalogenados vecinales.



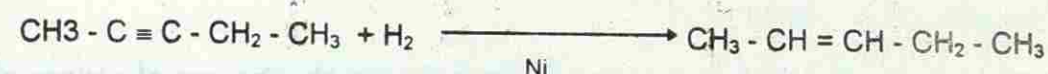
Ejemplo:



## d) Reducción de alquinos.



Ejemplo:



## RESUELVE LA ACTIVIDAD 12.14

## LECTURAS DE ENRIQUECIMIENTO

## LE 12.2 Los alquenos y los seres vivos

Las propiedades fisiológicas de los alquenos son similares a las de los alcanos. Se ha empleado el etileno como anestésico por inhalación, pero al igual que los alcanos gaseosos, puede causar inconsciencia y aun la muerte por asfixia. Rara vez se encuentran grandes cantidades de alquenos líquidos y sólidos (o mezclas de líquido y sólido). Probablemente actúan en nuestro cuerpo en forma muy similar a como lo hacen los alcanos.

Los alquenos se encuentran en forma abundante en la naturaleza. Las frutas y las verduras al madurar desprenden etileno, que a su vez, favorece la maduración. Los tecnólogos de alimentos introducen artificialmente etileno para acelerar el proceso de maduración; 1 Kg de tomates puede madurar en 24 horas si se exponen a una cantidad tan pequeña como 0.1 mg de etileno.

Otros alquenos que se encuentran en la naturaleza incluyen el 1-octeno, de la esencia del limón, y el octadeceno ( $\text{C}_{18}\text{H}_{36}$ ), del hígado de pescado. Los dienos (que tienen dos enlaces dobles) y los polienos (que tienen varios enlaces dobles) son bastante comunes.

El butadieno ( $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ ) se encuentra en el café; un hexadecadieno ( $\text{C}_{16}\text{H}_{30}$ ) se presenta en el aceite de oliva; y los licopenos y los carotenos son polienos isoméricos ( $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$ ) que dan los atractivos colores rojo, anaranjado y amarillo a sandías, jitomates, zanahorias y otras frutas y verduras.

La vitamina A, esencial para tener una buena visión, se deriva de un caroteno. La vitamina A se convierte en el cuerpo en trans-retineno, compuesto que absorbe luz visible y se convierte en cis-retineno. Este proceso, que tiene lugar en la retina del ojo, es el responsable, en parte, de la visión. El mundo sería un lugar mucho más oscuro sin la química de los alquenos.

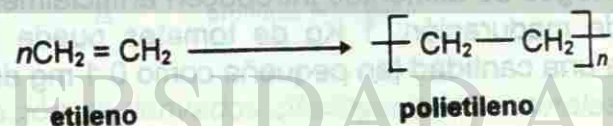
Hill, J., Feigl, D., "Química y Vida",  
Publicaciones Culturales, S.A. de C.V., 1986

### LE 12.3 Polimerización

Los alquenos, además de sufrir reacciones de adición simple, también reaccionan entre sí para formar moléculas "gigantes" conocidas como polímeros o "Plástico". *Poli* significa "muchos" y *mer* proviene del griego y significa porciones, así, los polímeros por definición son moléculas que tienen muchas porciones. Están formados por moléculas pequeñas llamadas *monómeros* (una porción de molécula), que reaccionan para formar moléculas de masas moleculares mayores. Los polímeros de adición se forman a partir de moléculas de alqueno que son monómeros que reaccionan entre sí por "adición" en el doble enlace, rompiendo el enlace pi ( $\pi$ ).

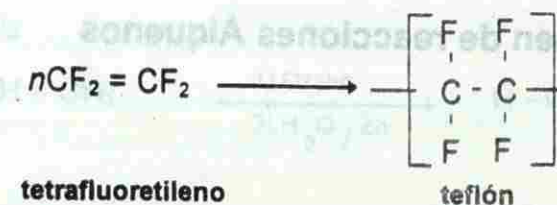
En esta lectura veremos cuatro polímeros con los que puede estar familiarizado. Ellos son: (1) polietileno, (2) teflón, (3) cloruro de polivinilo (PVC) y (4) orlón.

El polietileno se forma a partir del monómero etileno, utilizando como catalizador un peróxido orgánico, calor y presión. La ecuación para la reacción es:



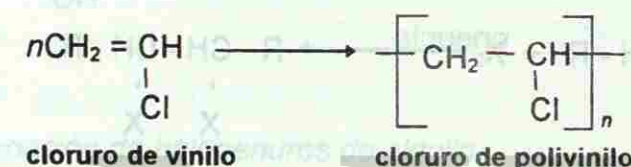
En la fórmula del polietileno, la  $n$  quiere decir que hay una gran cantidad de unidades de monómero con una masa molecular del polímero cercana a 1 000 000 uma. El polietileno se utiliza para hacer bolsas de plástico, cestos para basura, envases para leche y envases que pueden apretarse.

El Teflón se forma a partir del monómero tetrafluoroetileno, utilizando peróxido de hidrógeno y iones hierro (III) como catalizador. La ecuación para la reacción es:



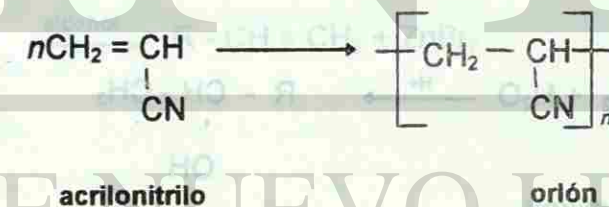
El teflón resiste la mayoría de los tipos de acciones químicas y puede soportar temperaturas elevadas. Se utiliza en los utensilios de cocina antiadherentes, en los cojinetes que no se lubrican y como aislante.

El cloruro de polivinilo (PVC) se forma a partir del monómero cloruro de vinilo, utilizando como catalizador un peróxido orgánico y calor. La ecuación para la reacción es:



El cloruro de polivinilo tiene una masa molecular alrededor de 1 500 000 uma. Se utiliza para hacer pisos vinílicos, tuberías para instalaciones hidráulicas, impermeables, cortinas para baño y mangueras de riego para jardín.

El orlón se forma a partir del monómero acrilonitrilo usando como catalizadores peróxido de hidrógeno y sulfato de hierro (II). La ecuación para la reacción es:



El orlón se utiliza para hacer alfombras y ropa.

Seese, W., Daub, G., "Química", Prentice Hall, 1989

## Resumen de reacciones Alquenos

## Propiedades químicas:

## A.- Reacciones de adición:

## 1.- Hidrogenación



catalizador = Pt, Ni, Pd

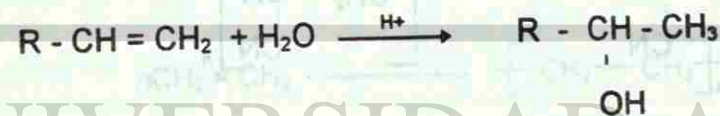
2.- Halogenación (X<sub>2</sub>): Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>

## 3.- Hidrohalogenación (HX): HCl, HBr, HI



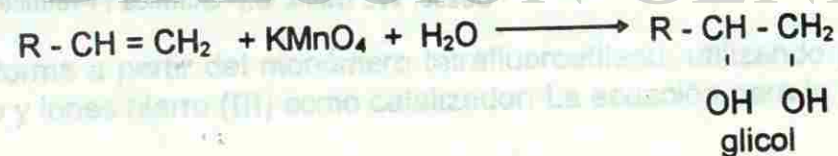
Regla de Markovnikov

## 4.- Hidratación

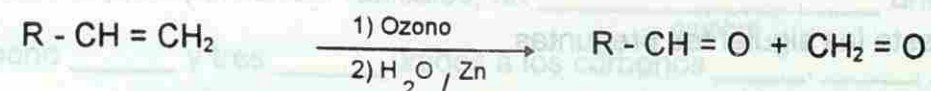


Regla de Markovnikov

## B.- Oxidación

1.- Reacción de Baeyer. KMnO<sub>4</sub> en medio alcalino neutro o en frío.

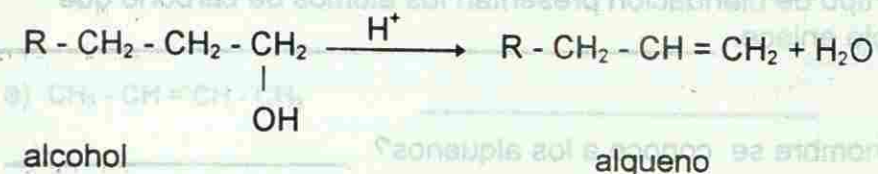
## 2.- Ozonólisis



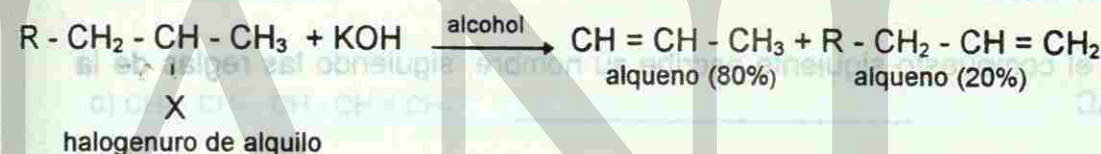
Dependiendo de dónde esté ubicado el doble enlace se pueden formar dos aldehídos, o bien, un aldehído y una cetona.

## Métodos de preparación.

## A.- Deshidratación de alcoholes.



## B.- Deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo.



## C.- Deshalogenación de dihalogenuros vecinales



## Actividad 12.9 Nomenclatura de alquenos

I.- Contesta las siguientes preguntas:

1.- ¿Cuál es la característica fundamental que identifica a un alqueno?

\_\_\_\_\_

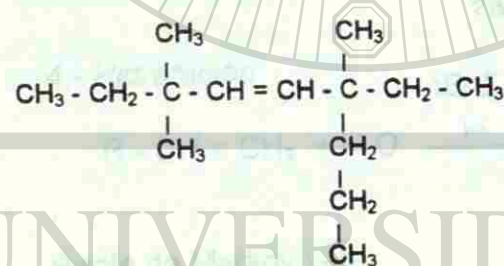
2.- Escribe la fórmula general de los alquenos: \_\_\_\_\_

3.- Menciona qué tipo de hibridación presentan los átomos de carbono que poseen un doble enlace. \_\_\_\_\_

4.- ¿Con qué otro nombre se conoce a los alquenos? \_\_\_\_\_

II.- Nomenclatura

1.- Para el compuesto siguiente escribe su nombre, siguiendo las reglas de la IUPAC



- a) La cadena más larga contiene \_\_\_\_\_ carbonos  
No. \_\_\_\_\_
- b) La cadena principal se numera por el extremo \_\_\_\_\_  
derecho o izquierdo
- c) Tiene un doble enlace entre los carbonos \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_

d) La cadena principal tiene 4 radicales, un \_\_\_\_\_ nombre unido al  
carbono \_\_\_\_\_ y tres \_\_\_\_\_ unidos a los carbonos \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

e) Siguiendo el orden alfabético se nombra primero el \_\_\_\_\_ y después  
\_\_\_\_\_; por lo tanto el nombre completo del alqueno es:  
\_\_\_\_\_

2.- Escribe el nombre sistemático (IUPAC) para los siguientes compuestos:

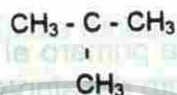
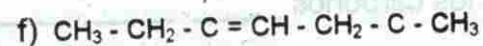
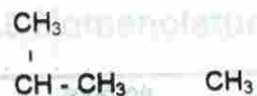
a)  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$  \_\_\_\_\_

b)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{CH}_2}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  \_\_\_\_\_

c)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH} = \text{CH}_2$  \_\_\_\_\_

d)  $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_2}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_2}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$   
\_\_\_\_\_

e)  $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_2}{\text{C}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}_2} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  \_\_\_\_\_



3.- Escribe la fórmula estructural para los siguientes compuestos:

a) 2-metil-2-buteno

b) 3-isopropil-4,5-dimetil-2-hexeno

c) 3,4,6,-trimetil-3-octeno

d) 3,4-diisopropil-2,5-dimetil-3-hexeno

e) 3,4,6,-trimetil-3-octeno

e) 3-etil-2,2-dimetil-3-hepteno.

4.- Los nombres de los siguientes compuestos están incorrectos. Traza sus estructuras y asigna nombres sistemáticos (IUPAC)

a) 2,2-dimetil-4-penteno

b) 3,6-octadieno

c) 3-propil-3-hepteno

d) 5-etil-4-octeno

e) 4,5-dimetil-2-isopropil-2-hexeno



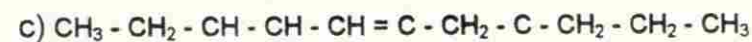
**Actividad 12.10 Dienos**

Contesta lo que se te solicita:

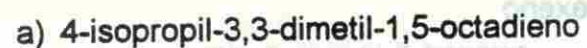
1.- ¿Qué es un dieno?

2.- Escribe la fórmula estructural de los dos isómeros del butadieno

3.- Escribir el nombre sistemático (IUPAC) para los compuestos siguientes:



4.- Escribe la fórmula estructural para los compuestos siguientes:



b) 2,4-dietil-1,4-hexadieno

c) 3-sec-butil -2,4-dimetil-1,3-pentadieno

5.- Clasifica los compuestos de las preguntas 3 y 4 como dienios: conjugados, acumulados ó aislados.

**Actividad 12.11 Propiedades físicas**

Observa la tabla de propiedades físicas para alquenos y contesta las siguientes preguntas.

1.- ¿Cómo varían los puntos de ebullición de los alquenos al aumentar el número de átomos de carbono en la cadena?

2.- ¿Cuál tiene mayor punto de ebullición, un alqueno con ramificación o uno lineal?

3.- ¿En qué tipo de solvente son solubles los alquenos?

Contesta lo que se te solicita:

4.- ¿En qué estado físico se encuentran a temperatura ambiente los tres primeros alquenos?

### Actividad 12.12 Isómeros de alquenos

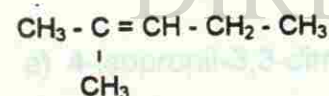
Contesta lo siguiente:

1.- Menciona los tipos de isomería que pueden presentar los alquenos.

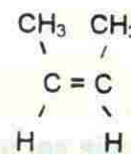
2.- Explica en qué consiste la isomería de posición o de lugar para un alqueno.

3.- Escribe el nombre y estructura de un isómero de posición del 2-penteno.

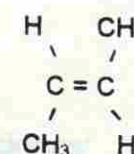
4.- Escribe un isómero de posición del siguiente compuesto.



5.- Para las estructuras siguientes, contesta:



a)



b)

a) Los compuestos "a" y "b" contienen \_\_\_\_\_ carbonos y un doble enlace entre los carbonos \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.

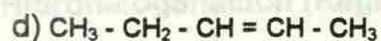
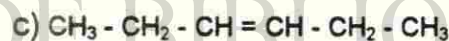
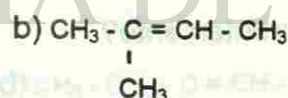
b) Ambos compuestos difieren en la disposición de los grupos semejantes en el espacio, por lo que se les llama \_\_\_\_\_.

c) El compuesto "a" tiene los grupos semejantes del mismo lado del doble enlace, es el isómero \_\_\_\_\_ y el "b" tiene los grupos semejantes en lados opuestos del doble enlace, por lo que es el isómero \_\_\_\_\_.

d) El nombre del compuesto "a" es: \_\_\_\_\_.

e) El nombre del compuesto "b" es: \_\_\_\_\_.

6.- ¿Cuál de los siguientes compuestos pueden existir como isómeros cis-trans?



7.- ¿Cuál de los siguientes compuestos pueden existir como isómeros cis-trans? Escribe las estructuras.

a) 1-buteno

b) 2-penteno

c) 2-metil-2-penteno

d) 3-octeno

8.- ¿A qué se debe que exista un número mayor de alquenos que de alcanos?

### Actividad 12.13 Propiedades químicas de alquenos

1.- ¿Qué tipo de reacción presentan los alquenos, preferentemente?

2.- ¿Cuál es el enlace que se rompe en el alqueno cuando reacciona?

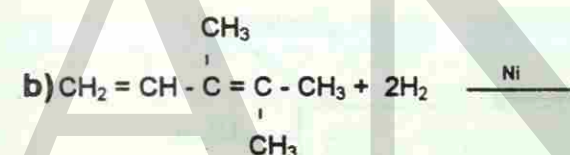
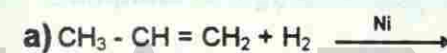
3.- ¿Para qué tipo de hidrocarburos son características las reacciones de adición?

4.- La adición de ácidos halogenhídricos se lleva a cabo, aplicando la regla de Markovnikov, la cual se puede enunciar de la siguiente manera:

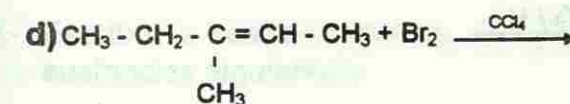
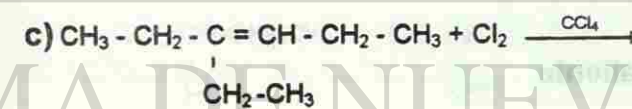
5.- Completa las siguientes reacciones:

### Adición

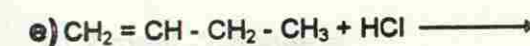
#### Hydrogenación:

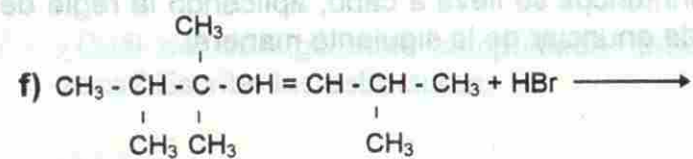


#### Halogenación:



#### Hidrohalogenación (Regla de Markovnikov):

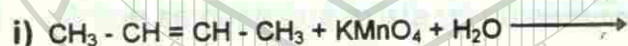




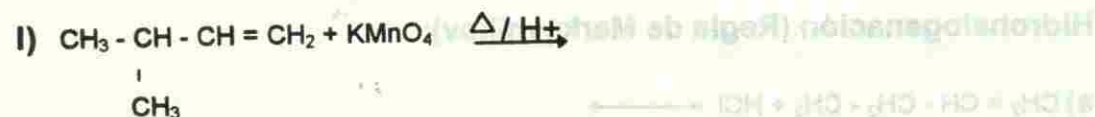
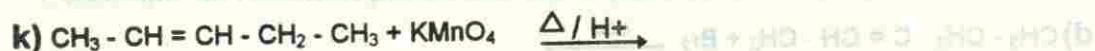
**Hidratación (Regla de Markovnikov):**



**Reacción de Baeyer:**

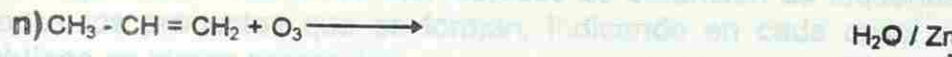


**Reacción con  $\text{KMnO}_4$  conc. y caliente**



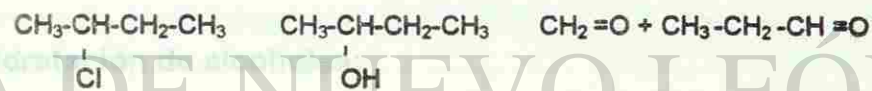
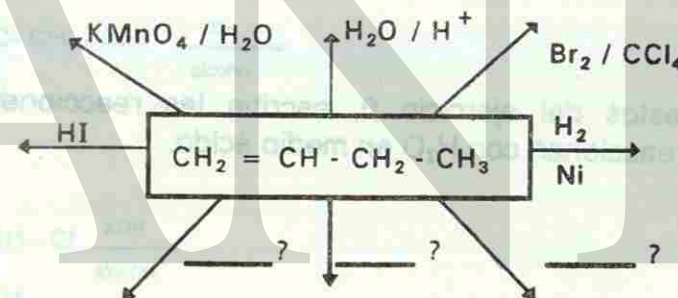
**Oxidación**

**Ozonólisis:**



6.- ¿De las reacciones anteriores en cuáles aplicaste la regla de Markovnikov?

7.- Completa el siguiente diagrama.



8.- Escribe la reacción del  $\text{H}_2$ , en presencia de Ni, con cada una de las sustancias siguientes:

a) 1-penteno

b) 2-metil-2-penteno

c) 1-hexeno

d) eteno

9.- Escribe las reacciones del HCl con:

a) 2-metil -2-buteno

b) 3-metil -1-buteno

c) 2,3-dimetil -2-buteno

10.- Para los compuestos del ejercicio 9, escribe las reacciones que se producen cuando reaccionan con H<sub>2</sub>O en medio ácido.

a)

b)

c)

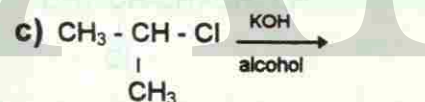
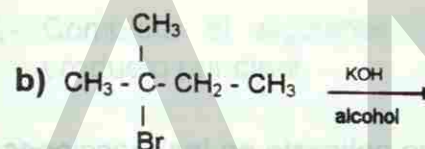
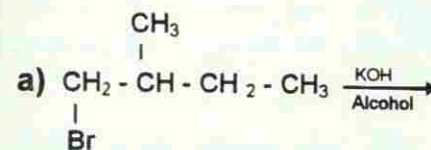
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## Actividad 12.14 Métodos de obtención

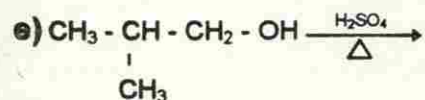
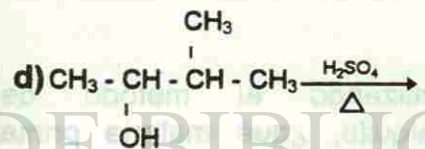
- 1.- Menciona cómo se llama el proceso industrial por medio del cual se pueden obtener alquenos de bajo peso molecular.
- 2.- Las siguientes reacciones son métodos de obtención de alquenos, escribe todos los productos que se forman, indicando en cada caso, el que se obtiene en mayor proporción.

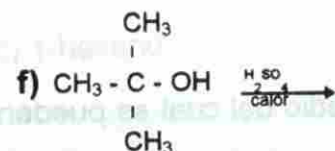
Eliminación

Deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo:

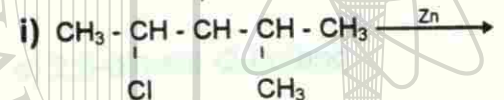


Deshidratación de alcoholes:





**Deshalogenación de derivados dihalogenados vecinales:**

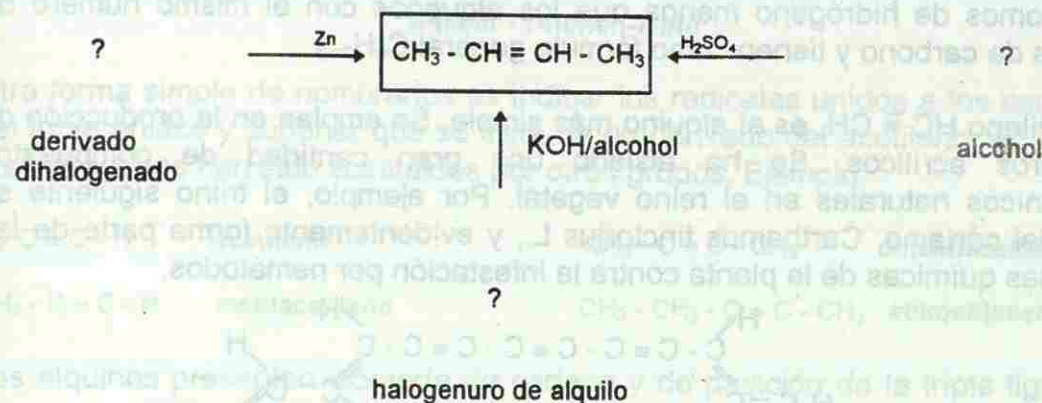


3.- Explica en qué consiste la regla de Saytzeff, que aplicaste en las reacciones anteriores (a → f)

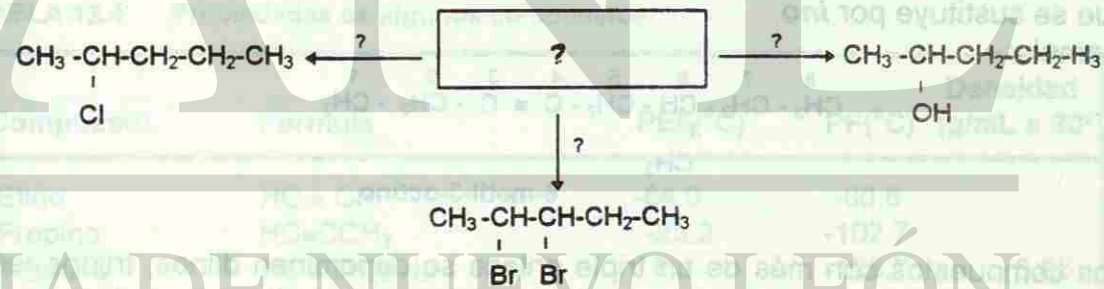
4.- Utilizando la regla anterior, ¿cuál es el orden de facilidad de deshidratación de los alcoholes?

5.- Si quieres obtener el 1-penteno, utilizando el método de deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo, ¿qué materia prima puedes emplear? Escribe las reacciones necesarias.

6.- Completa el siguiente diagrama, considera que se quiere obtener el 2-buteno y se busca la materia prima necesaria.



7.- Completa el siguiente diagrama, considerando la formación sólo del producto principal.



#### 4.- Alquinos

Los alquinos constituyen otra serie homóloga de hidrocarburos que se caracteriza por tener un triple enlace carbono-carbono. Los alquinos contienen dos átomos de hidrógeno menos que los alquenos con el mismo número de átomos de carbono y tienen como fórmula general  $C_nH_{2n-2}$ .

El acetileno  $HC \equiv CH$ , es el alquino más simple. Se emplea en la producción de polímeros acrílicos. Se ha aislado una gran cantidad de compuestos acetilénicos naturales en el reino vegetal. Por ejemplo, el triino siguiente se aisló del cártamo, *Carthamus tinctorius* L., y evidentemente forma parte de las defensas químicas de la planta contra la infestación por nemátodos.

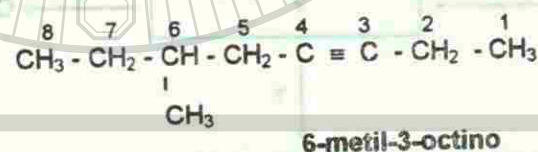


En los alquinos, un átomo de carbono se une a otro, por medio de un triple enlace, formado por una unión sigma ( $\sigma$ ) y dos uniones pi ( $\pi$ ). Los carbonos que soportan la triple ligadura, tienen hibridación  $sp$ .

#### Nomenclatura

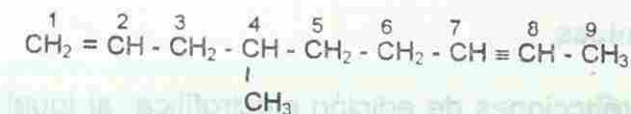
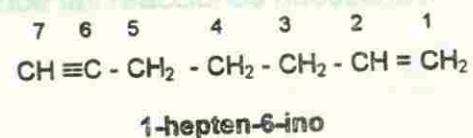
Para nombrar a los alquinos, se utilizan las mismas reglas de la IUPAC que se emplean en la nomenclatura de los alquenos, con excepción de la terminación que se sustituye por *ino*.

Ejemplo:



Los compuestos con más de un triple enlace se denominan diinos, triinos, etc., los compuestos que contienen tanto dobles como triples enlaces se denominan eninos (no inenos). La numeración de una cadena de enino siempre parte del extremo más cercano al primer enlace múltiple, ya sea doble o triple. Sin embargo, cuando es posible elegir, los dobles enlaces reciben números más bajos que los triples enlaces.

Por ejemplo.



4-metil-1-nonen-7-ino

Otra forma simple de nombrarlos es indicar los radicales unidos a los carbonos del triple enlace y suponer que se trata de un derivado del acetileno, en el cual los hidrógenos han sido sustituidos por otros grupos. Ejemplo:



Los alquinos presentan isomería de cadena y de posición de la triple ligadura. No presentan isomería geométrica.

#### Propiedades físicas

En la tabla 12.4 se presentan las propiedades físicas de algunos alquinos. Los alquinos que aparecen en la lista son gases o líquidos a temperatura ambiente y todos ellos son menos densos que el agua. Los alquinos pueden presentar isomería estructural (por ejemplo, 1-pentino y 2-pentino) pero no isomería de configuración.

TABLA 12.4 Propiedades de algunos compuestos

| Compuesto | Fórmula                          | PEb(°C) | PF(°C) | Densidad (g/mL a 20°) |
|-----------|----------------------------------|---------|--------|-----------------------|
| Etino     | $HC \equiv CH$                   | -84.0   | -80.8  |                       |
| Propino   | $HC \equiv CCH_3$                | -23.2   | -102.7 |                       |
| 1-Butino  | $HC \equiv CH_2CH_3$             | 8.1     | -125.7 | 0.65                  |
| 2-Butino  | $CH_3C \equiv CCH_3$             | 27.0    | -32.3  | 0.691                 |
| 1-Pentino | $HC \equiv CCH_2CH_2CH_3$        | 40.2    | -105.7 | 0.694                 |
| 2-Pentino | $CH_3C \equiv CCH_2CH_3$         | 56.1    | -109.3 | 0.711                 |
| 1-Hexino  | $HC \equiv C(CH_2)_3CH_3$        | 71.3    | -131.9 | 0.715                 |
| 2-Hexino  | $CH_3C \equiv C(CH_2)_2CH_3$     | 84.5    | -89.5  | 0.732                 |
| 3-Hexino  | $CH_3CH_2C \equiv CCH_2CH_3$     | 81.4    | -103.1 | 0.723                 |
| 1-Heptino | $HC \equiv C(CH_2)_4CH_3$        | 99.7    | -80.9  | 0.733                 |
| 2-Heptino | $CH_3C \equiv C(CH_2)_3CH_3$     | 112.0   |        | 0.748                 |
| 3-Heptino | $CH_3CH_2C \equiv C(CH_2)_2CH_3$ | 107.2   | -130.5 | 0.738                 |
| 1-Octino  | $HC \equiv C(CH_2)_5CH_3$        | 126.2   | -79.3  | 0.747                 |
| 2-Octino  | $CH_3C \equiv C(CH_2)_4CH_3$     | 137.7   |        | 0.759                 |
| 3-Octino  | $CH_3CH_2C \equiv C(CH_2)_3CH_3$ | 133.1   | -104.0 | 0.752                 |

## Propiedades químicas

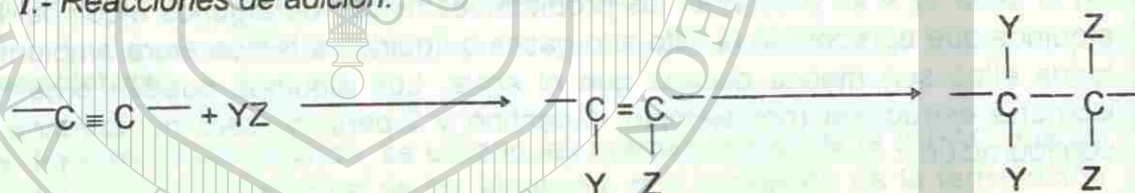
Los alquinos dan reacciones de adición electrofílica, al igual que los alquenos por tener electrones susceptibles de ser atacados por reactivos electrofílicos; sin embargo, por razones desconocidas, el triple enlace es menos reactivo que el doble enlace hacia reactivos electrofílicos.

La adición de los reactivos puede ocurrir en varios pasos, produciéndose primero un alqueno, que podrá seguir reaccionando y formar un compuesto saturado. Ante algunas circunstancias, la reacción puede terminarse en el paso del alqueno, pero frecuentemente es difícil hacerlo. En la adición de reactivos asimétricos, se cumple la regla de Markovnikov.

Además de las reacciones de adición, los alquinos presentan reacciones debido a la acidez del átomo de hidrógeno, unido al carbono del triple enlace.

### Reacciones químicas

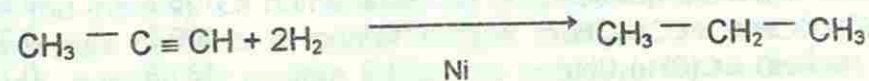
#### I.- Reacciones de adición.



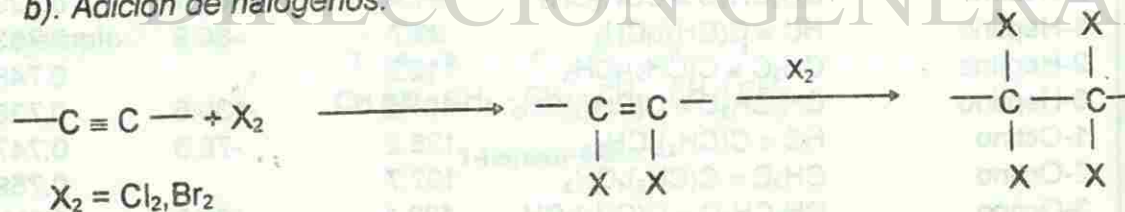
#### a) Adición de hidrógeno:



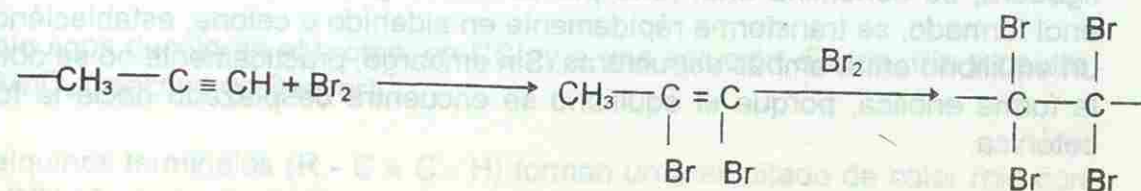
Ejemplo:



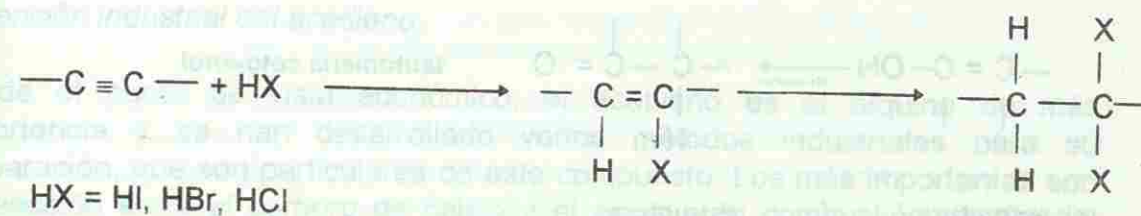
#### b). Adición de halógenos:



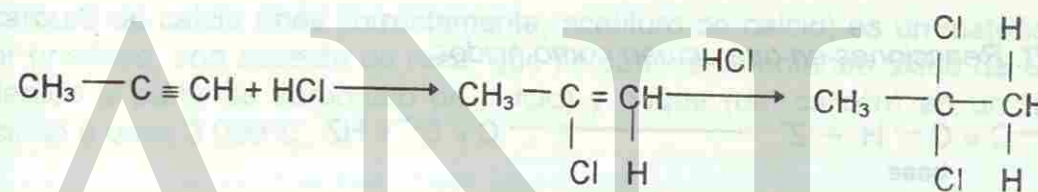
Ejemplo:



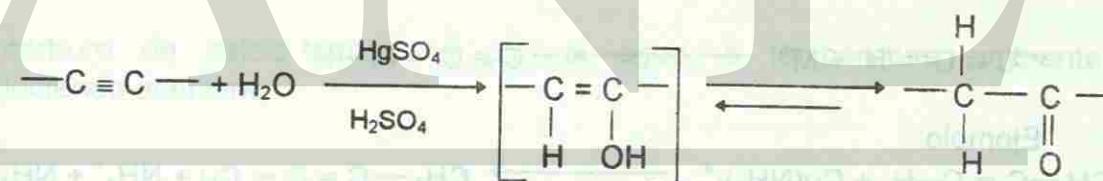
#### c.- Adición de ácidos halogenhídricos:



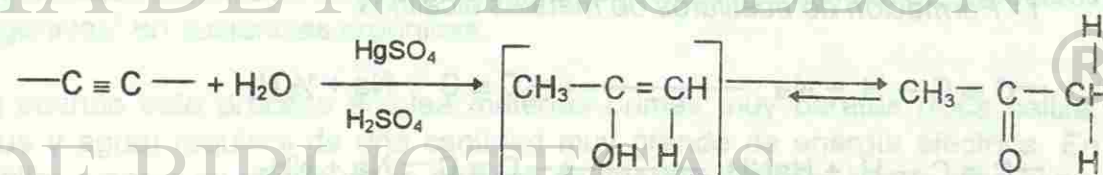
Ejemplo:



#### d.- Adición de agua:



Ejemplo:



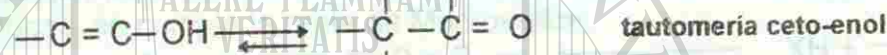
acetona

La hidratación de un alquino se efectúa, adicionando H - y - OH a la triple ligadura, de acuerdo con la regla de Markovnikov, formándose una estructura enólica. Un compuesto con un grupo -OH, unido al carbono de una doble



ligadura, se denomina enol (eno por la doble ligadura y ol por el alcohol). El enol formado, se transforma rápidamente en aldehído o cetona, estableciéndose un equilibrio entre ambas estructuras. Sin embargo, prácticamente no se obtiene la forma enólica, porque el equilibrio se encuentra desplazado hacia la forma cetónica.

Tautomería es el fenómeno que se presenta cuando dos compuestos, cuyas estructuras difieren en el arreglo de sus átomos, se encuentran en equilibrio.



estructura enólica

estructura cetónica

## II. Reacciones en que actúan como ácidos.



### e.- Formación de acetiluros de metales pesados.



Ejemplo:



### f.- Formación de acetiluros de metales alcalinos.



Ejemplos:



## Identificación de alquinos

Los alquinos decoloran al bromo, en  $\text{CCl}_4$  y a una solución diluida, fría y neutra de  $\text{KMnO}_4$  (reactivo de Baeyer).

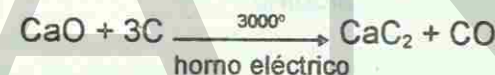
Los alquinos terminales ( $\text{R—C}\equiv\text{C—H}$ ) forman un precipitado de color rojo con el  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+$

## Métodos de obtención

### Obtención industrial del acetileno.

Desde el punto de vista económico, el acetileno es el alquino de más importancia y se han desarrollado varios métodos industriales para su preparación, que son particulares de este compuesto. Los más importantes son la reacción entre el carburo de calcio y el agua, y la combustión parcial del metano.

El carburo de calcio (más correctamente, acetiluro de calcio) es un material de color grisáceo, con aspecto de roca, que se obtiene calentando óxido de calcio (obtenido a partir de carbonato de calcio) y coque (del carbón) en un horno eléctrico a unos  $3\,000^\circ\text{C}$ .



El carburo de calcio reacciona con el agua, a temperatura ambiente produciendo acetileno.



Esta reacción constituye una ruta comercial barata para transformar "productos inorgánicos" en sustancias orgánicas.

Aun cuando este proceso emplea materias primas muy baratas (roca caliza, coque y agua) requiere de una cantidad muy grande de energía eléctrica. En aquellos lugares en donde no se dispone de energía eléctrica barata y se tiene, en cambio, gas natural, se emplea el proceso de combustión parcial del metano.

El metano se piroliza a temperaturas elevadas formando acetileno:



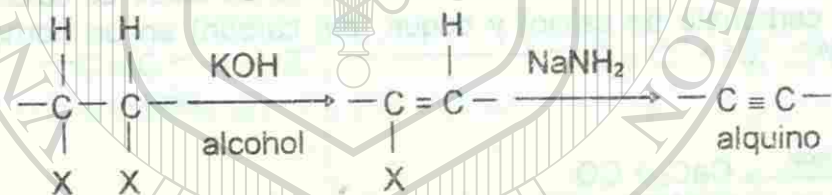
El calor requerido para esta reacción se obtiene por combustión de una parte del metano; de aquí el nombre de este proceso.

**Métodos de obtención de alquinos**

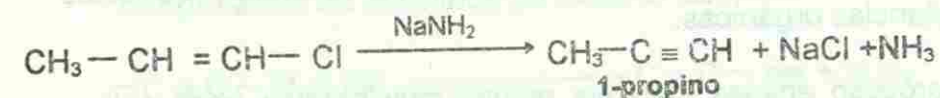
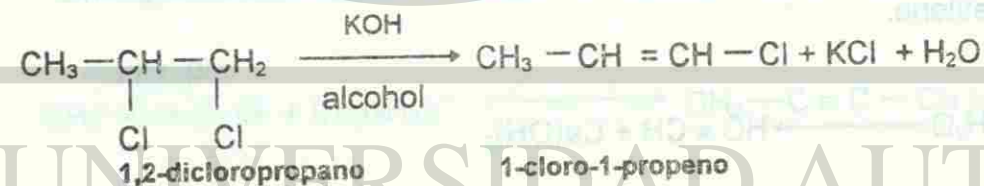
El triple enlace carbono-carbono se forma, eliminando átomos unidos a dos carbonos vecinos. Los procesos y reactivos que se emplean son básicamente los mismos que se usan en la obtención de alquenos.

**a).- Deshidrohalogenación de dihalogenuros de alquilo.**

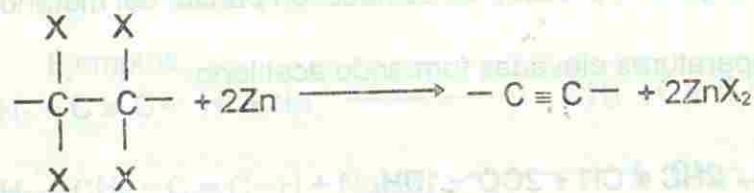
El triple enlace se puede obtener mediante la deshidrohalogenación de los halogenuros adecuados, con reactivos alcalinos. Se pueden emplear dihalogenuros vecinales o geminales o también dihalogenuros vinílicos. La preparación de alquinos por deshidrohalogenación no es tan útil como la preparación de alquenos por deshidrohalogenación. Se puede usar hidróxido de sodio o de potasio para la deshidrohalogenación, pero estos causan migración del triple enlace hacia el centro de la molécula.



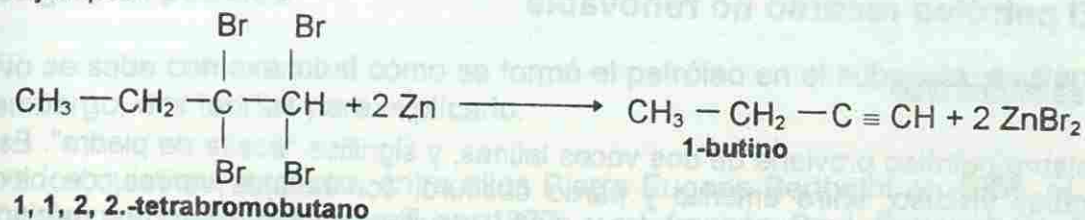
Ejemplo:



**b.- Deshalogenación de tetrahalogenuros vecinales.**



Ejemplo:

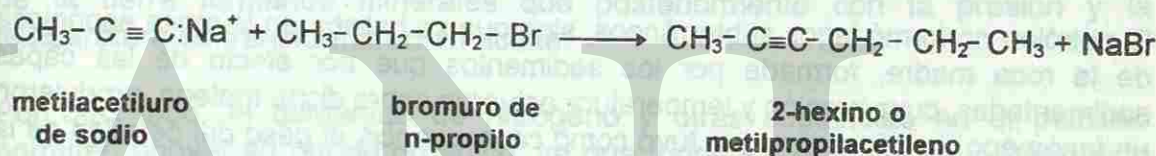


**c. Alquilación de acetiluros de sodio.**

En este proceso, se trata a los acetiluros de sodio con un halogenuro de alquilo, de preferencia primario.



Ejemplo:



## 5.- El petróleo recurso no renovable

### Qué es el petróleo.

La palabra petróleo proviene de dos voces latinas, y significa "aceite de piedra". Es un líquido viscoso, entre amarillo y pardo oscuro, con reflejos verdes, de olor característico y con densidad entre 0.8 y 0.95. Resulta de la lenta descomposición provocada por bacterias en un pasado remoto, de materias orgánicas acumuladas en el fondo de lagunas y el curso inferior de los ríos, como lo prueba el hecho de que solamente se encuentra en terrenos sedimentarios. Dichas materias orgánicas han sido cubiertas progresivamente por capas cada vez más espesas de sedimentos, al abrigo de las cuales se han transformado lentamente en hidrocarburos (con azufre, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno), cuya mezcla constituye el petróleo bruto o *crudo*, como se le conoce comúnmente.

Las rocas almacenadoras en que se ha encontrado el petróleo son de muy diversas edades geológicas.

El petróleo no formó lagos subterráneos, sino que se hallaba en la masa esponjosa de la roca madre, formada por los sedimentos que por efecto de las capas sedimentarias, cuya presión y temperatura actuaron sobre dicha materia, produjeron un fenómeno de migración, que tuvo como consecuencia el paso del petróleo de la roca madre a otras rocas aún más porosas y permeables (areniscas y calizas) donde se encuentra gasificado en parte y mezclado con agua salada.

Los yacimientos de petróleo se hallan en las formaciones geológicas conocidas por los científicos como "trampas", constituidas por capas que impiden la salida lateral de los hidrocarburos. La más típica y común de estas formaciones es el anticlinal, en forma de bóveda, cerrada en la parte inferior por una capa de agua salada, y en la parte superior, por los hidrocarburos gaseosos, por lo que el petróleo se encuentra sometido al empuje del agua y a la presión del gas; su temperatura puede alcanzar los 150°C y su presión es de 175 kg/cm<sup>2</sup>.

Es fácil comprender que si se sigue perforando el suelo desde la superficie para introducir un tubo en el fondo rocoso donde se encuentra almacenado el petróleo, éste suba por sí mismo hasta la superficie; en caso de que la presión fuera insuficiente, por ejemplo, en pozos agotados o pobres y de poca permeabilidad, será necesario extraerlo con una bomba, o crear una presión artificial inyectando aire, gas o agua por otro tubo adyacente, o bien, por un pozo próximo.

La capa de petróleo es una masa que no suele medir más de 30 m de espesor, pero que se puede extender muchos kilómetros. Las profundidades donde se localiza son muy variables y con frecuencia en un mismo lugar se puede encontrar petróleo a diferentes profundidades; actualmente se han llegado a perforar pozos hasta de 7000 metros, pero teóricamente hay petróleo hasta unos 15 000 metros.

### Origen del petróleo

No se sabe con exactitud cómo se formó el petróleo en el subsuelo; existen, sin embargo, dos teorías para explicarlo.

Varios químicos famosos, entre ellos Pierre Eugene Berthelot en 1866, el ruso Dimitri Ivanovich Mendeleeff en 1877, y el francés Paul Sabatier en 1902, defendieron el origen mineral.

Sin embargo, otros científicos se inclinan por el origen orgánico, sosteniendo que se formó de la descomposición de residuos animales y vegetales que se transformaron en aceite. Este origen se manifiesta al comprobarse que los terrenos en los que se ha formado, no han estado nunca a una temperatura superior a los 38°C, descartando con esto la teoría, mineral, ya que la obtención a partir de carburos metálicos requiere de temperaturas mucho más elevadas.

El origen mineral consiste en creer que el agua actuó sobre los hidrocarburos de la tierra formando minerales que posteriormente con la presión y la temperatura se transformaron en aceite.

Por otro lado, el contenido de nitrógeno y otras sustancias en el petróleo permiten apoyar su origen orgánico, ya que todos los organismos poseen este elemento como base genética. Además, la mayor parte de los yacimientos petrolíferos en el mundo se localizan en los lugares que fueron ocupados por lagos y mares hace millones de años. Recientemente se han realizado análisis de rocas petrolíferas de campos productores, y hallado propiedades ópticas que sólo se pueden localizar en sustancias orgánicas.

Para que se pueda localizar un pozo petrolero se necesita que ocurran cuatro cosas:

- Una roca almacenadora que debe ser permeable en forma tal que, por efecto de la presión el petróleo pueda moverse a través de sus poros microscópicos.
- Una roca impermeable que evite que el petróleo escape hacia la superficie.
- El yacimiento debe tener la forma de trampa, es decir, que las rocas impermeables se encuentren dispuestas en tal forma que el petróleo no se pueda mover hacia los lados.
- Deben existir rocas generadoras que se hayan convertido en petróleo por efecto de la presión y la temperatura.

## Clasificación del petróleo

Según su composición química el petróleo se clasifica en:

- 1) Aceite de base asfáltica
- 2) Aceite de base aromática
- 3) Aceite de base parafínica

El análisis de un petróleo nos da la siguiente composición:

- 80 a 86% carbono
- 8 a 12% hidrógeno
- 0.02 a 4% de oxígeno
- 1% de azufre, nitrógeno y otros

## Historia del petróleo.

El petróleo ha sido empleado de muy diversas formas desde hace varios siglos, hasta que llegó a constituir una gran industria a partir del siglo XIX.

Los historiadores nos dicen que los antiguos sirios, egipcios y romanos hacían uso frecuente del petróleo, y lo utilizaban en lámparas y medicamentos. Los chinos y japoneses fueron los primeros en utilizar petróleo como iluminante y como elemento de guerra. Antes de que los conquistadores llegaran a América, los totonacas de la región de Papantla lo recogían de la superficie del agua y lo empleaban en alumbrado y en sus ritos. Los aztecas lo conocían con el nombre de *chapopotli*, vocablo que algunos dicen es de origen maya, de *chaach*, que quiere decir mascar, y de *pok*, que significa limpiar, pues lo utilizaban masticándolo para limpiarse los dientes. Otros historiadores indican que proviene de dos voces nahuas; *izauctli* = pegamento, y *popochtli* = perfume.

En América del Sur los incas también lo empleaban como fuego sagrado. El precursor de su explotación e industrialización fue el norteamericano Edwin L. Drake, quien en 1859 hizo perforaciones en una granja de Pensilvania, consiguiendo hallar una capa a los 21 m de profundidad; desde ese momento las tentativas por encontrar petróleo se multiplicaron en todo el mundo.

En México se localizaron en el año 1864, varios terrenos petrolíferos, siendo la zona de Veracruz la que más chapopote tenía. En el año de 1882 fue cuando comenzó propiamente la explotación petrolera en México, en 1886 se estableció una pequeña refinería conocida con el nombre de Compañía Mexicana del Petróleo.

En 1896 el cónsul norteamericano en Matamoros informó a su país que a 300 millas se habían encontrado los campos más ricos que se conocen. Porfirio Díaz entonces presidente de México otorgó permiso de explotación a los ingleses, quienes formaron la Compañía Mexicana de Petróleos El Aguila, S.A. Estas empresas estuvieron usufructuando el petróleo por muchos años, hasta que el 18 de marzo de 1938, el presidente de la República, Gral. Lázaro Cárdenas, expidió un decreto de expropiación de las propiedades que las compañías petroleras tenían en México. No fue una expropiación injusta, violenta, porque nuestro país abonó hasta el último centavo por el valor de las propiedades recobradas. Fue así como México reivindicó para sí las ya reconocidas riquezas del subsuelo nacional.

## Extracción del petróleo

Las primeras extracciones se hicieron por medio de recipientes que se introducían en pequeños pozos, en cuyo interior se encontraba el aceite o betún. Así lo acostumbraban hacer en Rumania en 1890; más adelante se empezaron a excavar pozos de mayor profundidad. Luego vino la "fiebre del petróleo" y siguieron las perforaciones más profundas. Pronto se pudo apreciar lo costoso de dichas perforaciones, pero también la importancia del petróleo, a tal grado que en muchos lugares se equiparó a la "fiebre del oro". Muchas universidades e institutos técnicos crearon las carreras de ingeniería petrolera e ingeniería química petrolera.

Hoy día se comienza con un estudio de campo para seleccionar los lugares de posibles mantos petrolíferos, donde intervienen principalmente topógrafos y geólogos; luego se hacen excavaciones para obtener muestras, y se va excavando hasta profundidades donde pudieran encontrarse las famosas "trampas".

La perforación se comienza levantando una torre o "derrick" en el sitio de la perforación, torre que tiene forma de pirámide truncada, con base cuadrada y altura de 20 a 40 m.

Los métodos empleados en la perforación son de dos clases; por barrenado o por percusión.

## Distribución geográfica

En México aproximadamente desde 1940, se orientan los recursos a cuatro zonas prioritarias:

- a) Chiapas-Tabasco
- b) Sonda de Campeche
- c) Paleocañón de Chicontepec

## d) Cuenca de Sabinas

En la actualidad la mayor extracción se obtuvo en la Sonda de Campeche que contribuyó con el 72.7%, el Mesozoico Chiapas-Tabasco con el 21.2% y las regiones restantes con el 6.1%.

## Refinación

Es el conjunto de una serie de procesos físicos y químicos a los que se somete el petróleo crudo (materia prima), para obtener, por destilación, las diversas familias de hidrocarburos, con propiedades físicas y químicas bien definidas. Después de la separación se aplican a los derivados así obtenidos diversos procesos de conversión para obtener de ellos otros productos más valiosos, los cuales son sometidos finalmente a tratamientos con ácidos y álcalis, solventes extractivos, catalíticos con hidrógeno y reactivos químicos en general, a fin de eliminar las impurezas que los hacen impropios para su empleo comercial.

El aceite crudo, de muy diversa constitución según el origen (se clasifica como: de base asfáltica, de base nafténica y de base mezclada), tiene rendimientos variables en el proceso de destilación y de fraccionamiento (a determinadas condiciones de presión y temperatura), así, por ejemplo, en México se tienen básicamente dos tipos de crudos\* que se clasifican, en función de su composición, en compuestos ligeros y pesados. Al petróleo crudo que contiene en mayor proporción compuestos ligeros se le llama crudo *Istmo* o *Cretácico*, y al que contiene mayor cantidad de compuestos pesados se le denomina crudo *Maya* o *Marino*. Los rendimientos que se obtienen en ambas calidades de crudo son muy diferentes entre sí, el crudo *Maya* por ser muy pesado, generalmente se procesa mezclándolo con crudo *Istmo*.

La tabla 12.5 muestra los rendimientos que se obtienen en una destilación primaria en % de volumen de crudo *Istmo* comparado con los rendimientos obtenidos a partir de una mezcla de 50/50% en volumen de *Istmo* y *Maya*.

Por lo general los rendimientos obtenidos en el proceso de destilación y fraccionamiento no concuerdan con el patrón de consumo, el cual en algunos casos, según el país de que se trate, presenta diversos requerimientos de productos ligeros, de bajo peso molecular que no están contenidos en el aceite crudo, o por lo contrario, productos residuales con alto peso molecular.

Por consiguiente, es necesario ajustar los rendimientos y características de las fracciones o cortes que constituyen los diferentes combustibles, al mencionado patrón de consumo. Este ajuste se hace sometiendo las fracciones a los diversos procesos de conversión, con objeto de obtener los productos que el mercado requiere. Estos procesos de conversión se aplican a diferentes familias

de hidrocarburos, con objeto de obtener mediante arreglos moleculares, productos más ligeros, con mayor índice de octano, o de menor viscosidad.

Tabla 12.5 Comparación en rendimientos de crudo *Istmo* y Mezcla 50/50 (*Istmo-Maya*)

| Productos                   | Crudo <i>Istmo</i> | Crudo mezcla ( <i>Istmo-Maya</i> ) |
|-----------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Nafta de despunte           | 15.9               | 12.8                               |
| Nafta a hidrodesulfuradoras | 13.0               | 9.7                                |
| Turbosina                   | 12.4               | 6.9                                |
| Kerosina                    | 7.0                | 5.4                                |
| Diesel                      | 5.4                | 12.3                               |
| Gasóleo                     | 7.8                | 4.6                                |
| Residuo                     | 38.5               | 48.3                               |
| Total                       | 100.0%             | 100.0%                             |

Mediante la aplicación de estos procesos la refinación puede poner a disposición del consumidor una amplia gama de productos comerciales, tales como:

## a) Energéticos

Combustibles específicos para los transportes, la agricultura, la industria, la generación de corriente eléctrica y uso doméstico.

## b) Productos especiales

Lubricantes, parafinas, asfaltos, grasas para vehículos, construcción y uso industrial.

## c) Materias primas para la industria petroquímica básica.

## Planta de destilación fraccionada del petróleo

La figura 12.1 muestra el esquema de una planta de destilación primaria del petróleo, que cuenta con tres torres de destilación. La primera opera a presión atmosférica y las dos restantes, al vacío. En crudos con un elevado porcentaje de gases disueltos puede ser adecuado "despuntarlos" en una pequeña torre, ya sea en el campo o en la refinería.

En la primera columna de destilación, operado a presión atmosférica, se divide el crudo en seis fracciones: gases, gasolinas ligeras, gasolinas pesadas (nafta), querosina, gasóleo ligero (diesel ligero), gasóleo pesado (diesel pesado) y residuo.

La planta primaria trabaja recuperando el calor de las corrientes de salida con las corrientes de entrada. Los hornos de calentamiento directo elevan la temperatura del crudo hasta  $352^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, antes de entrar en la primera columna.

En la segunda columna que opera alrededor de 0.7 atm se obtiene parte de la antepenúltima fracción de la primera columna, es decir, gasóleo que se envía nuevamente a la primera torre. Las otras fracciones son: aceite ligero (husos), aceite medio (neutro), aceite pesado (neutro pesado) y el residuo, el cual se envía a la planta de desasfaltado con propano o a la tercera columna de destilación instantánea, donde se obtienen dos cortes nada más, una fracción para alimentar la planta desintegradora y asfalto como residuo.

La columna de destilación instantánea puede alimentarse con los residuos no requeridos de la segunda torre o por medio de una derivación de los residuos de la primera columna.

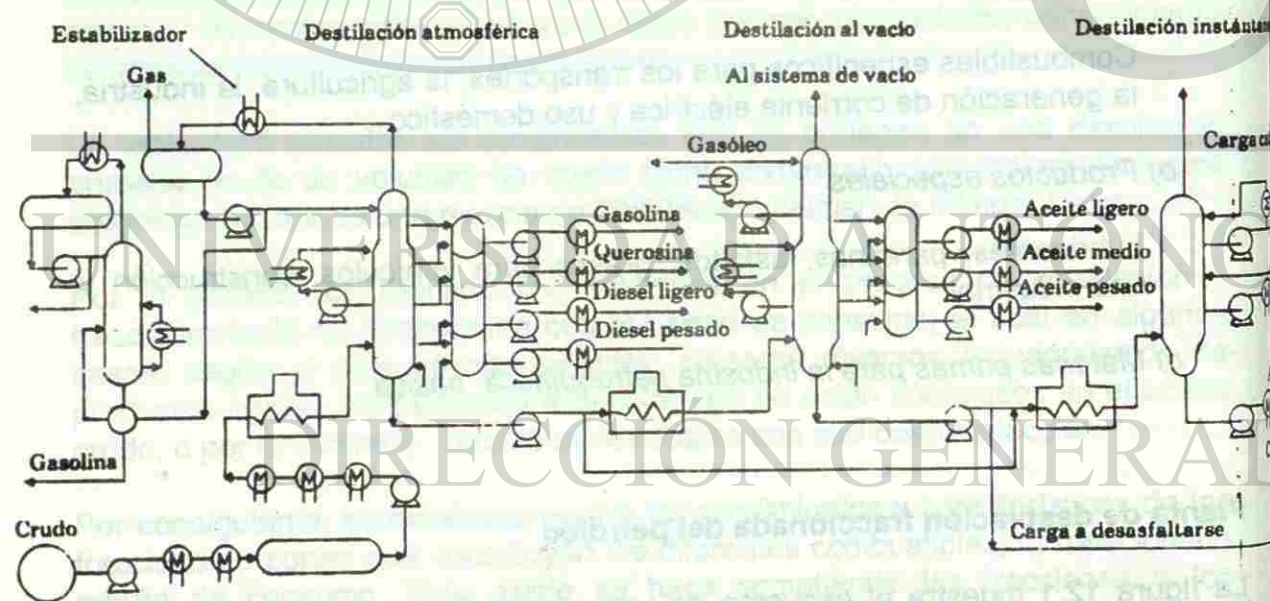


Figura 12.1 Esquema de una planta de destilación fraccionada del petróleo

Las operaciones más importantes en la refinación del petróleo, además de la destilación fraccionada, son la isomerización, el cracking, la alquilación y la reformación catalítica.

**Isomerización.** Los combustibles se someten al proceso de isomerización, para incrementar la cantidad de alcanos ramificados que mejoran su calidad; ya que, aumentan sus propiedades antidetonantes (evitando el golpeteo). Para que la isomerización se efectúe, es necesario la presencia de un catalizador.

La eficiencia de la gasolina se determina comparando el funcionamiento de un motor de ensayo de un cilindro, con el funcionamiento de ese mismo motor con una mezcla de isoctano y n-heptano. Al isoctano se le asigna el número de octano 100 y al n-heptano, cero. El número de octano de la gasolina que se ensaya, corresponde al porcentaje de isoctano presente en la mezcla que exhibe las mismas propiedades detonantes que la gasolina que se examina.

**Cracking.** Mediante este proceso, los alcanos mayores se fragmentan en alcanos más pequeños y en alquenos. Esta transformación puede realizarse térmicamente, calentando los alcanos mayores a elevadas temperaturas y en ausencia de oxígeno, o catalíticamente. Mediante esta operación, se obtienen gasolinas a partir de fracciones menos volátiles.

**Alquilación.** En este proceso se combinan alcanos pequeños y alquenos para producir hidrocarburos mayores y muy ramificados que pueden utilizarse como gasolina.

**Reformación catalítica.** Mediante este proceso, se transforman alcanos y cicloalcanos en compuestos aromáticos. Durante esta operación, hay isomerización, formación de ciclos y deshidrogenación. Por este proceso, se obtienen grandes cantidades de benceno, tolueno y xilenos.

## Petroquímica

La petroquímica es una actividad fundamental para la economía de los países desarrollados y para países como México, en vías de desarrollo.

La gran importancia de la petroquímica aun a los precios actuales de los hidrocarburos, continúa íntimamente ligada con su capacidad de elaborar volúmenes masivos de productos químicos a un precio más bajo que el que se obtiene utilizando en su elaboración otras materias primas naturales menos abundantes. Su importancia es también asociada a la gran aplicación que tienen todos sus productos, puesto que prácticamente se usan en todas las actividades del hombre, por ejemplo, en agricultura, habitación, alimentos, medicinas, vestido, etcétera.

En términos generales puede definirse a la petroquímica como la actividad industrial que elabora productos para la industria de transformación y brinda materias primas que tuvieron su origen en el petróleo o en el gas natural.

Los productos petroquímicos son muy numerosos, suman ya varios cientos y están en constante crecimiento.

El desarrollo de procesos por la industria petroquímica, está íntimamente ligado a la economía en general, puesto que es de las actividades que tienen mayor interrelación con las demás ramas de la actividad económica, debido a la gran variedad de productos que genera. Por lo tanto, la petroquímica tiene un extraordinario efecto positivo sobre el ingreso y el problema ocupacional por lo que, comparativamente con otras actividades, la convierte en el principal fundamento de la industria química.

En México se cuenta actualmente con 60 plantas petroquímicas, distribuidas en 10 centros productores en el país; en dichos centros se utiliza como materia prima el gas natural y la gasolina natural, para elaborar diversos productos secundarios entre los que destacan:

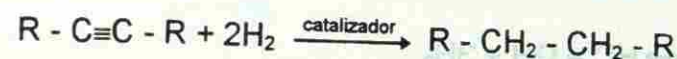
Amoníaco  
Benceno  
Butadieno  
Etileno  
Metanol  
Orto-xileno  
Para-xileno  
Propileno  
Tolueno  
Acetileno  
Xilenos  
Butilenos  
N-parafinas

## Resumen de reacciones de alquinos

### Propiedades químicas

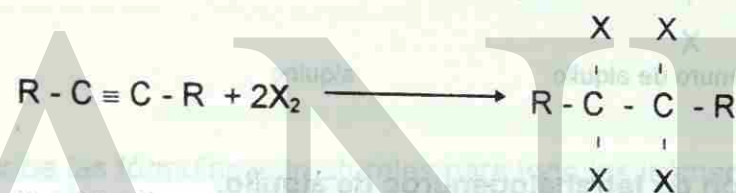
#### A.- Reacciones de Adición

##### 1.- Hidrogenación



catalizador : Ni, Pt, Pd

##### 2.- Halogenación (X<sub>2</sub>)



X<sub>2</sub> : Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>

##### 3. Hidrohalogenación



HX: HCl, HBr, HI

reglas de Markovnikov

#### B.- Propiedades ácidas de alquinos terminales



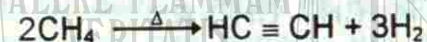
## Preparación de alquinos

## A.- Preparación comercial del acetileno

## 1.- Hidrólisis del carburo de calcio



## 2.- Combustión parcial del metano



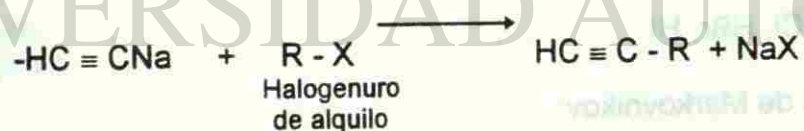
## B.- Deshidrohalogenación de dihalogenuros de alquilo



## C.- Deshalogenación de tetrahalogenuros de alquilo.



## D.- Alquilación de acetiluros de sodio.



## Actividad 12.15 Nomenclatura de alquinos

1.- a) ¿Cuál es la característica fundamental que identifica a un alquino?

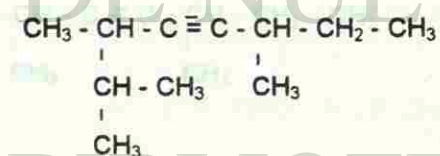
b).- Escribe la fórmula general de los alquinos: \_\_\_\_\_

c).- Menciona qué tipo de hibridación presentan los átomos de carbono que poseen un triple enlace. \_\_\_\_\_

d).- Escribe la fórmula semidesarrollada para los primeros cuatro alquinos de cadena normal. Escribe también sus nombres(C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>)

e).- Escribe las fórmulas estructurales para todo los isómeros de alquinos con fórmula C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>.

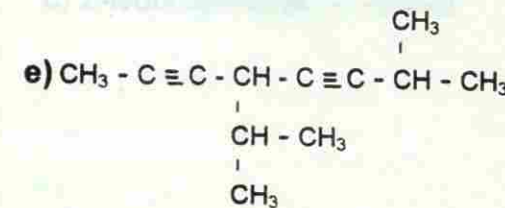
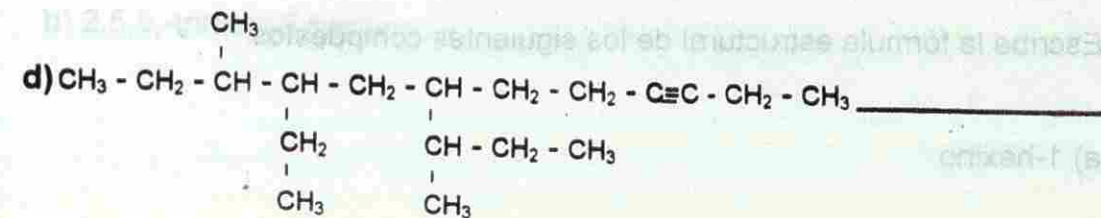
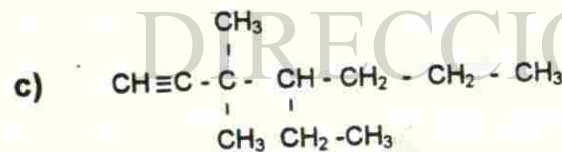
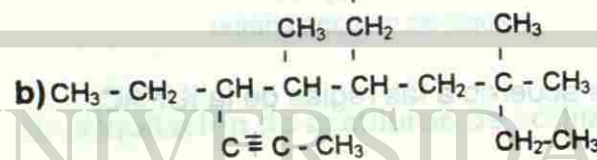
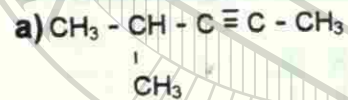
2.- Nombrar el siguiente compuesto, de acuerdo a las reglas de la IUPAC.



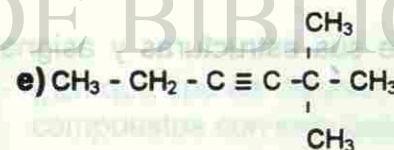
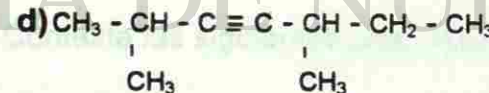
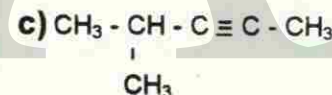


- a) La cadena principal contiene \_\_\_\_\_ carbonos  
No. \_\_\_\_\_
- b) Se empieza a numerar por el extremo \_\_\_\_\_  
derecho ó izquierdo \_\_\_\_\_
- c) El triple enlace está localizado entre los carbonos \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_  
No. \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_
- d) La cadena principal contiene \_\_\_\_\_ radicales iguales.  
No. \_\_\_\_\_
- e) El radical que se repite, se llama \_\_\_\_\_
- f) Para nombrar estos radicales se antepone el prefijo \_\_\_\_\_
- g) El nombre sistemático del compuesto es: \_\_\_\_\_

3.- Escribe el nombre sistemático para los siguientes compuestos:



4.- Escribe los nombres de los siguientes compuestos, empleando la nomenclatura derivada del acetileno.



5.- Escribe la fórmula estructural de los siguientes compuestos:

a) 1-hexino

b) 3,3-dimetil-4-octino

c) 2,2,5,5-tetrametil-3-hexino

d) 3-sec-butil-1-heptino

e) 5-ter-butil-2-metil-3-octino

6.- Los siguientes nombres son incorrectos. Escribe sus estructuras y asigna los nombres correctos.

a) 1-etil-5,5-dimetil-1-hexino

b) 2,5,5-trimetil-6-heptino

c) 2-isopropil-5metil-7-octino

d) 5-hexen-3-ino

e) 3-metilhept-5-en-1-ino

### Actividad 12.16 Propiedades físicas

I. Contesta las siguientes preguntas

- 1.- ¿Cuál es el estado físico a temperatura ambiente de los tres primeros alquinos?
- 2.- ¿En qué tipo de disolvente son solubles los alquinos, atendiendo a que son compuestos con muy baja polaridad?

3.- ¿Son las propiedades físicas de los alquinos semejantes a los de los alquenos? Explica tu respuesta.

**Actividad 12.17 Propiedades químicas**

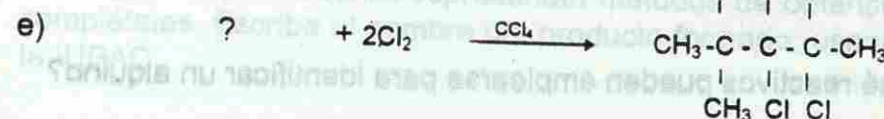
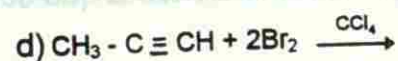
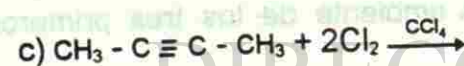
I. Contesta lo que se te solicita.

- 1.- ¿Qué es más reactivo, un doble ó un triple enlace?
- 2.- ¿Qué tipo de reacciones presentan los alquinos, preferentemente?
- 3.- Completa las siguientes reacciones.

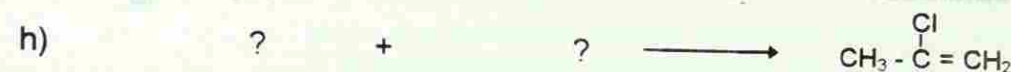
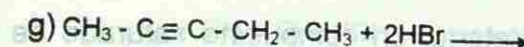
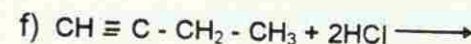
**ADICIÓN**  
**Hydrogenación:**



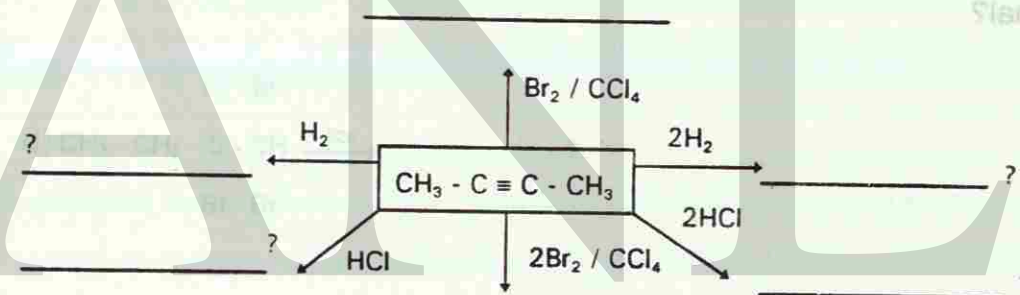
**Halogenación:**



**Hydrohalogenación.**



4.- Completa el siguiente diagrama



5.- ¿En las reacciones de la pregunta 3 en cuáles aplicaste la regla de Markovnikov?

6.- ¿Cuáles reactivos se pueden usar para halogenar un alquino?

7.- Mencione ¿Qué reactivos pueden emplearse para identificar un alquino?

8.- ¿Qué tipos de hidrocarburos dan positiva la prueba de Baeyer?

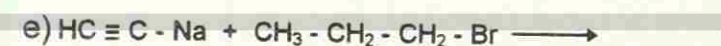
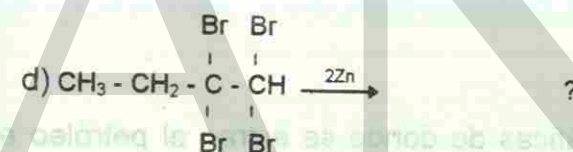
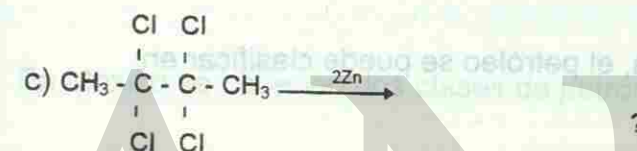
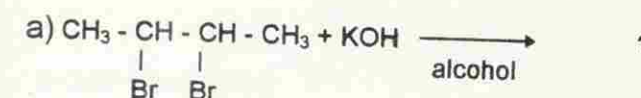
9.- ¿Cómo se puede diferenciar en el laboratorio, un compuesto saturado de uno insaturado?

10.- ¿Cómo se puede distinguir en el laboratorio, un alquino terminal de uno no terminal?

### Actividad 12.18 Métodos de obtención de alquinos

1.- ¿Cuáles son los métodos industriales, más importantes para obtener acetileno?

2.- Las siguientes reacciones representan métodos de obtención de alquinos, complétalas. Escribe el nombre del producto formado, usando las reglas de la IUPAC.



**Actividad 12.19 Petróleo**

1.- ¿Qué es el petróleo?

2.- ¿Cuál es el origen del petróleo?

3.- Según su composición química, el petróleo se puede clasificar en:

4.- Menciona las cuatro zonas geográficas de donde se extrae el petróleo en México.

5.- ¿Qué es la refinación del petróleo?

6.- Los constituyentes del petróleo se separan industrialmente por medio del proceso de destilación fraccionada, explica en qué consiste.

7.- Elabora una lista de cinco fracciones obtenidas por destilación fraccionada del petróleo.

8.- En México se obtienen dos clases de petróleo crudo, ¿cuáles son?

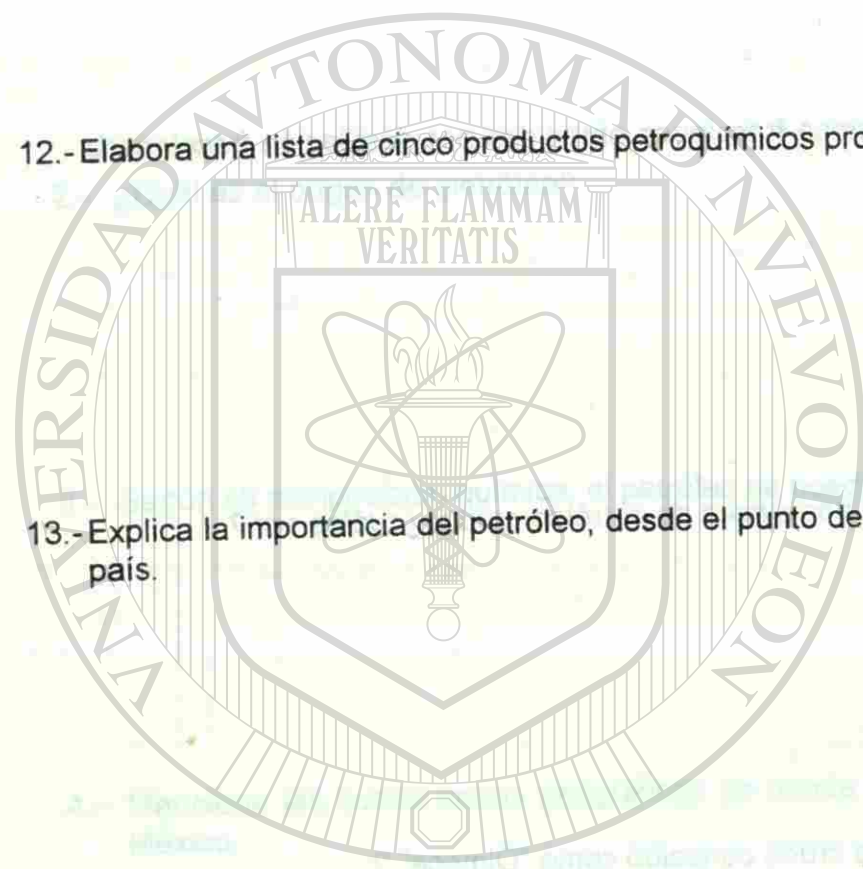
9.- ¿Cuál es la variedad de crudo conocido como "Olmeca" ?

10.- Además de la destilación, ¿qué otros procesos de refinación se pueden efectuar con el petróleo?

11.- ¿Qué es la industria petroquímica?

12.- Elabora una lista de cinco productos petroquímicos producidos por Pemex.

13.- Explica la importancia del petróleo, desde el punto de vista económico en el país.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## Ejercicios de unidad

1.- Define o explica los siguientes términos

a) hidrocarburos

b) alcanos

c) serie homóloga

d) isómeros

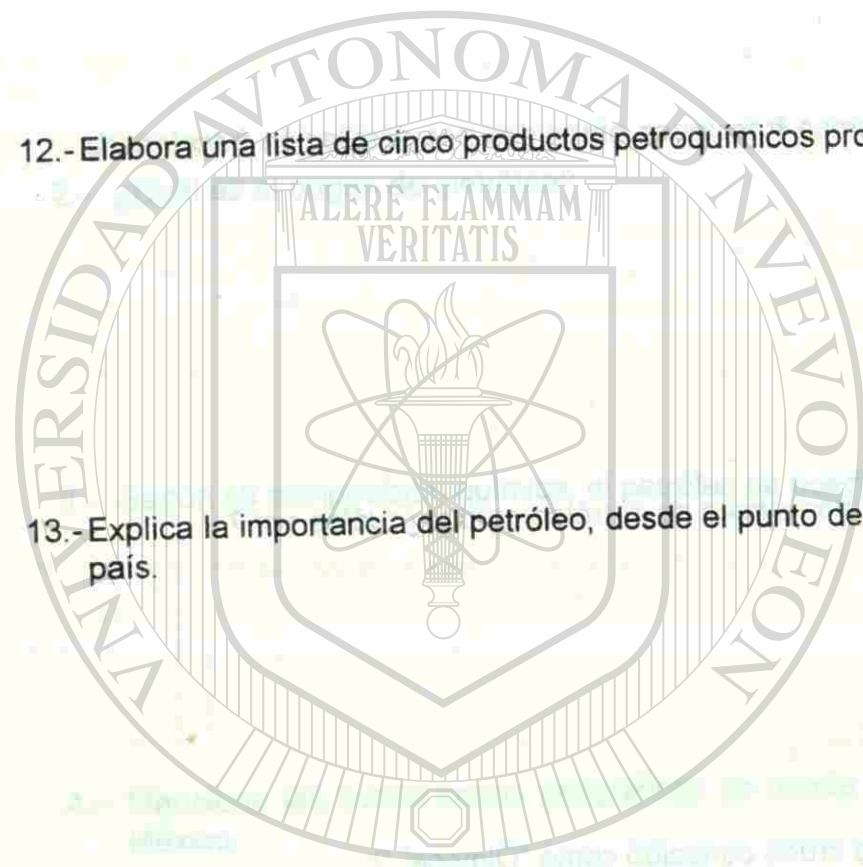
e) carbono primario

f) hidrógeno terciario

11.- ¿Qué es la industria petroquímica?

12.- Elabora una lista de cinco productos petroquímicos producidos por Pemex.

13.- Explica la importancia del petróleo, desde el punto de vista económico en el país.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## Ejercicios de unidad

1.- Define o explica los siguientes términos

a) hidrocarburos

b) alcanos

c) serie homóloga

d) isómeros

e) carbono primario

f) hidrógeno terciario

g) cracking o pirólisis

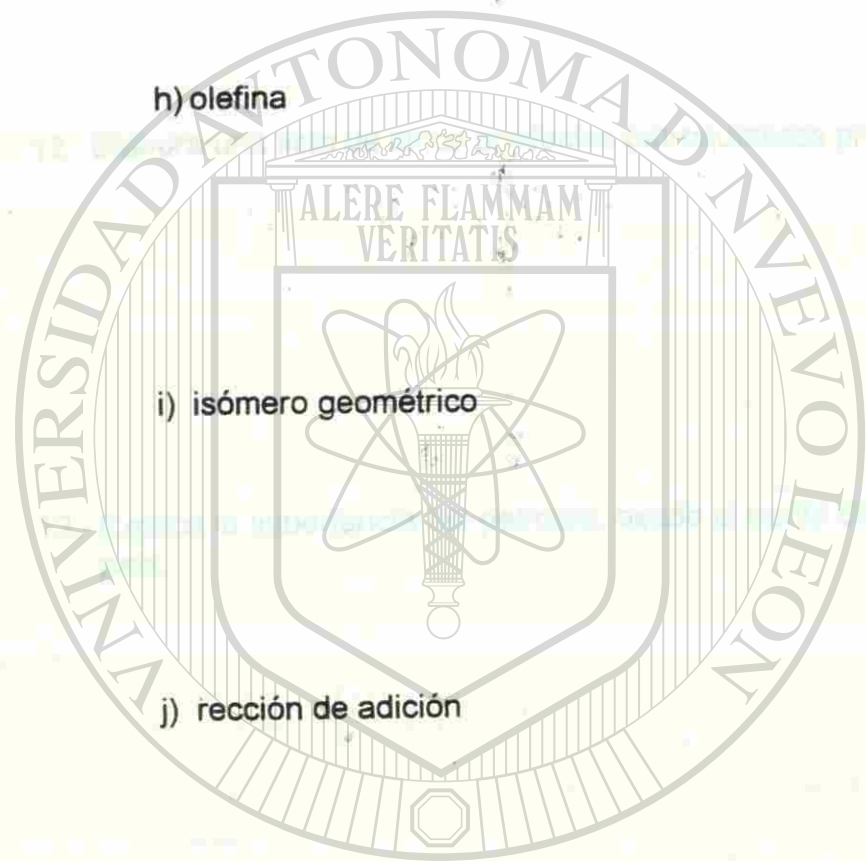
h) olefina

i) isómero geométrico

j) reacción de adición

k) regla de Markovnikov

l) dieno



m) alquino

2.- Escribe a que tipo de hidrocarburo (alcano, alqueno, alquino o aromático) se refiere cada una de las fórmulas moleculares que aparecen a continuación.

C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> \_\_\_\_\_

C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> \_\_\_\_\_

C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> \_\_\_\_\_

C<sub>6</sub>H<sub>10</sub> \_\_\_\_\_

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> \_\_\_\_\_

C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> \_\_\_\_\_

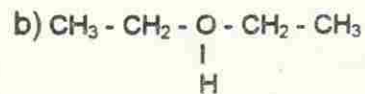
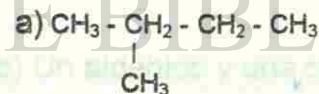
C<sub>7</sub>H<sub>12</sub> \_\_\_\_\_

C<sub>10</sub>H<sub>8</sub> \_\_\_\_\_

3.- Las siguientes estructuras están escritas en forma incorrecta. Escríbelas correctamente

Fórmula incorrecta

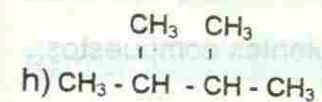
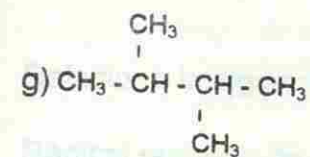
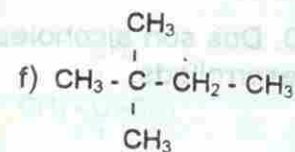
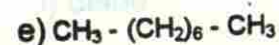
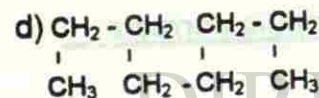
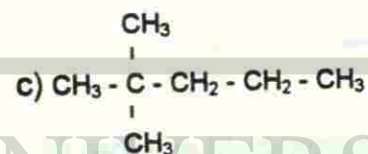
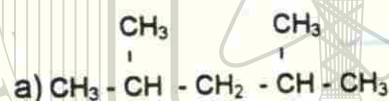
Fórmula correcta ®







4.- Diga cuáles de los siguientes compuestos son isómeros y cuáles estructuras representan un mismo compuesto.



5.- Escribe todos los alquenos de fórmula  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  (pentilenos) e indica cuáles existen como isómeros cis y trans. Da los nombres IUPAC de los isómeros.

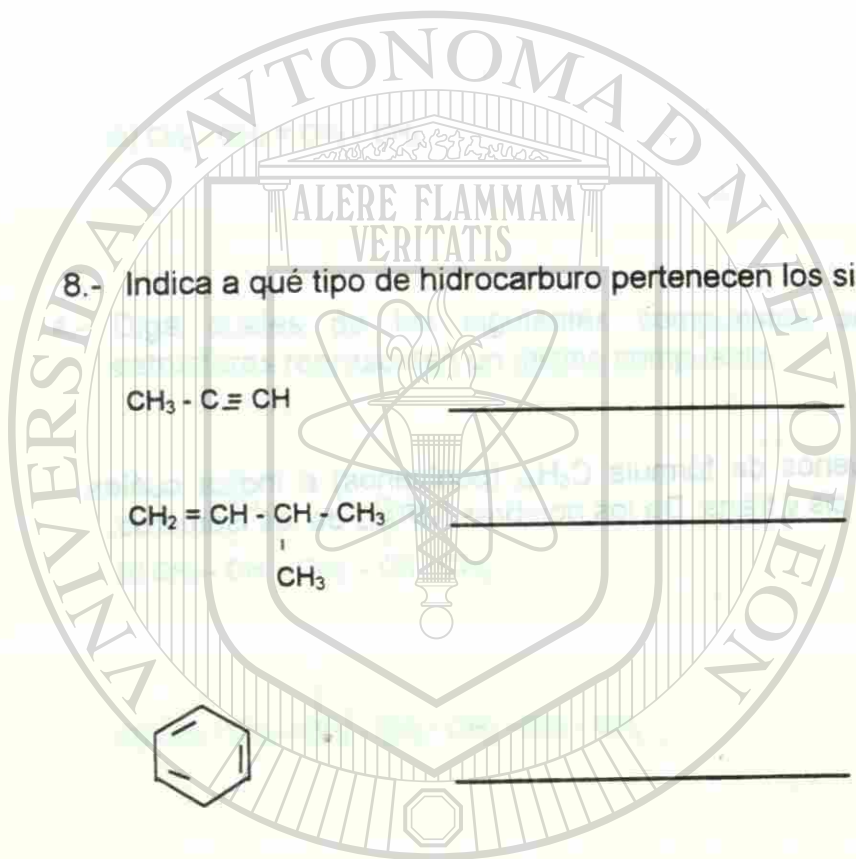
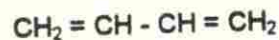
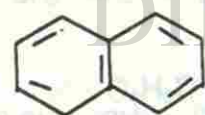
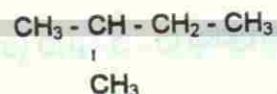
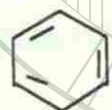
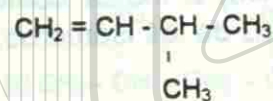
6.- Escribe las fórmulas estructurales que a continuación se pide:

a) Un alcohol y un éter que correspondan a la fórmula  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

b) Un aldehído y una cetona que correspondan a la fórmula  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

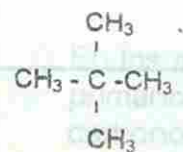
7.- Existen tres compuestos con fórmula molecular C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O. Dos son alcoholes y uno es éter. Escribe sus fórmulas estructurales semidesarrolladas.

8.- Indica a qué tipo de hidrocarburo pertenecen los siguientes compuestos:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



9.- Relaciona la siguientes columnas sobre radicales alquílicos.

Radical terciario de cuatro átomos de carbono \_\_\_\_\_ a) - CH<sub>3</sub>

Es el más pequeño de los radicales \_\_\_\_\_ b) CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> -

Radical secundario derivado del n-butano \_\_\_\_\_

Es el radical secundario de tres átomos de carbono \_\_\_\_\_ c)  $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH} - \\ | \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$

Fórmula del radical etilo \_\_\_\_\_ d) CH<sub>3</sub> - CH - CH<sub>2</sub> - CH<sub>3</sub>  
|

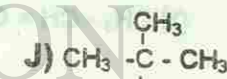
Radical primario de cuatro átomos de carbono llamado isobutilo \_\_\_\_\_ e) CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> -

Radical primario de cuatro átomos de carbono derivado del n-butano \_\_\_\_\_ f)  $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \\ | \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$

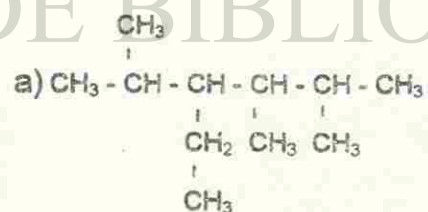
Fórmula del radical alil \_\_\_\_\_ g) CH<sub>2</sub> = CH -

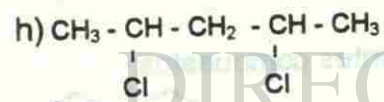
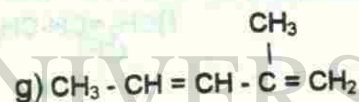
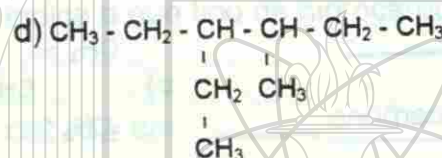
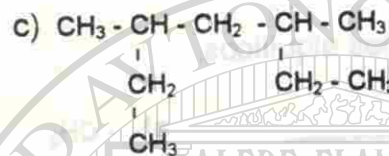
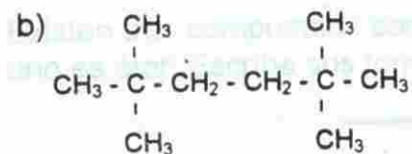
Radical primario llamado neopentilo \_\_\_\_\_ h)  $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \end{matrix}$

Fórmula del radical vinil \_\_\_\_\_ i) CH<sub>2</sub> = CH - CH<sub>2</sub> -

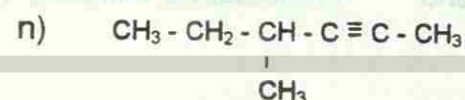
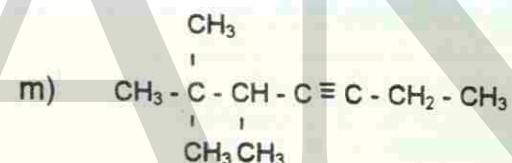
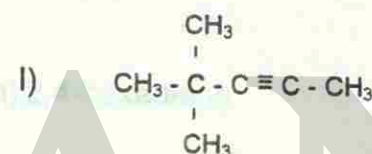
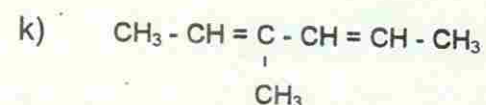
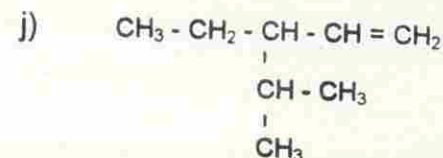


10.- Escribe el nombre según la IUPAC de los siguientes compuestos:





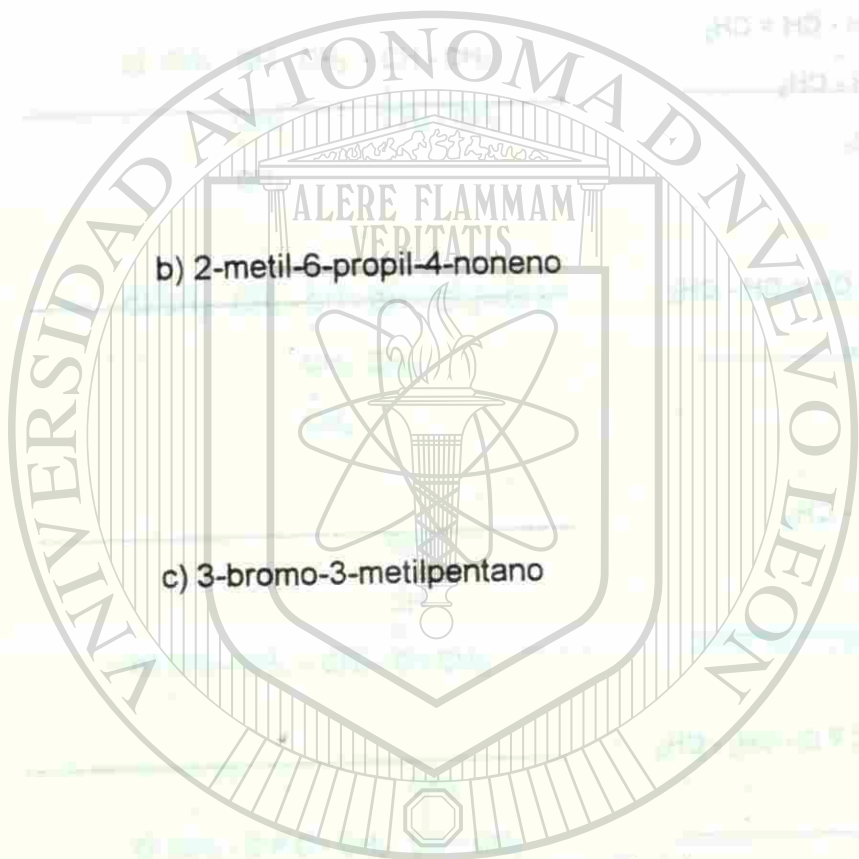
- i) En los alcanos del ejemplo a) b) y c), encierra en un círculo los carbonos primarios, en un cuadro los carbonos secundarios, en un triángulo los carbonos terciarios y escribe una cruz a los carbonos cuaternarios.



- o) Escribe los nombres de los compuestos de los incisos l) y n) empleando la nomenclatura del acetileno.

11.- Escribe las fórmulas estructurales de los siguientes compuestos.

a) isopreno (2-metil-1,3-butadieno)



b) 2-metil-6-propil-4-noneno

c) 3-bromo-3-metilpentano

d) 4-etil-3-isopropil-2,2,4-trimetilheptano

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

e) 2,3-dimetilpentano

f) 3-isopropil-2,2,4,4-tetrametilhexano

g) trans-3,4-dimetil-3-hexeno

h) 2,4-hexadieno

i) 2-metil-1,5-hexadieno

j) trans-2-penteno

k) 4,4-dimetil-2-pentino

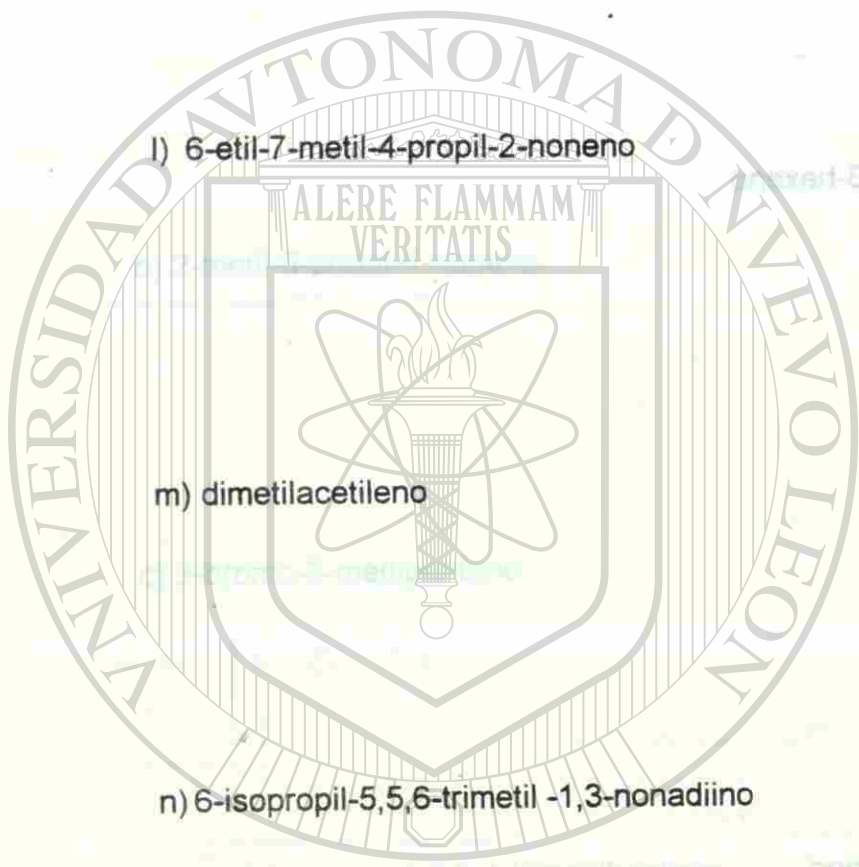
l) 6-etil-7-metil-4-propil-2-noneno

m) dimetilacetileno

n) 6-isopropil-5,5,6-trimetil-1,3-nonadieno

o) vinilacetileno

p) 4-metil-2-hepten-6-ino



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

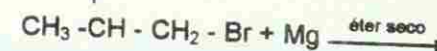
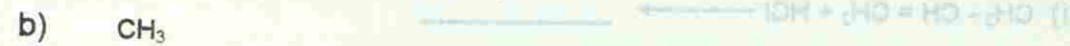
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

12.- Completa las siguientes reacciones colocando en el espacio correspondiente lo que haga falta, sustrato (compuesto orgánico de partida), reactivos, catalizadores, productos o subproductos.

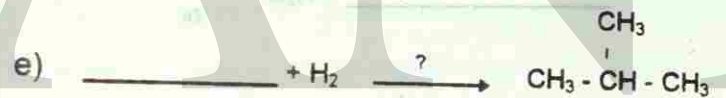
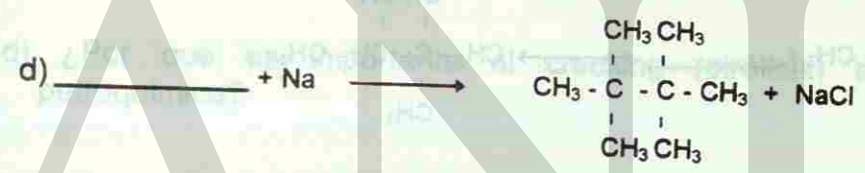


b) ¿Cual es el subproducto en la cloración del etileno?

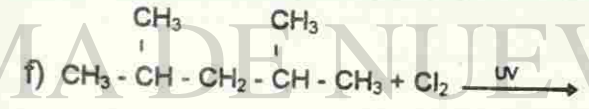
(balancear esta reacción de combustión)



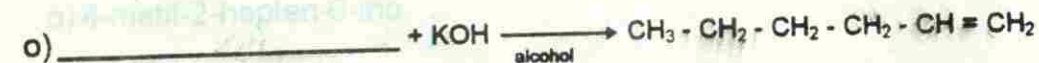
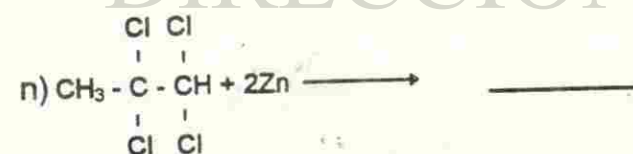
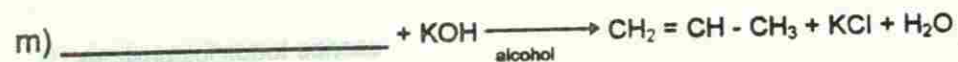
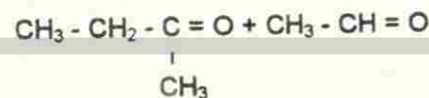
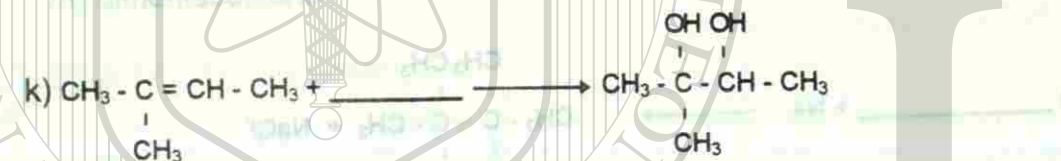
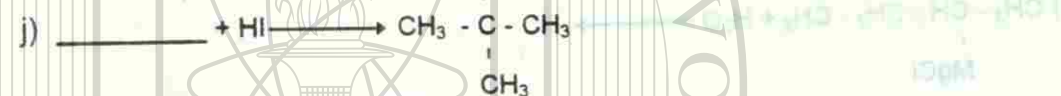
c) Escribe el orden de reactividad de los hidrógenos en los alcanos, para



f) ¿Cuales son los principales productos del cracking de este?



escribe todos los posibles productos de monocloración



13.- Contesta las siguientes preguntas

a) ¿En qué condiciones se lleva a cabo la reacción de halogenación de alcanos?

b) ¿Cuál es el subproducto en la cloración del metano?

c) Escribe el orden de reactividad de los hidrógenos en los alcanos, para ser sustituidos por halógenos.

d) ¿Por qué es importante el cracking (pirólisis) en la industria petroquímica?

e) ¿Cuáles son los principales productos del cracking de alcanos?

f) ¿Qué reactivo inorgánico se necesita en la síntesis de Würtz?

g) ¿Cómo se forma el reactivo de Grignard?

h) ¿Cuál es la reacción que presentan tanto los alquenos como los alquinos, debido al doble o triple enlace que presentan?

i) ¿En la obtención de alquenos por deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo ó deshidratación de alcoholes, es posible obtener un sólo producto? Explica tu respuesta.

j) ¿Por qué el etino es el alquino de mayor importancia?

k) ¿Qué característica debe tener un dihalogenuro de alquilo para que sirva como materia prima para la obtención de alquinos por deshidrohalogenación?

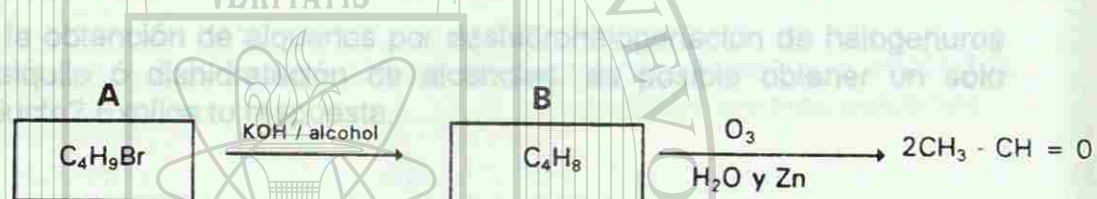
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

14.- Un compuesto A (monoarborescente) por combustión produce 5 moles de  $\text{CO}_2$ , 6 moles de agua y libera energía. El compuesto A reacciona con cloro en presencia de luz UV dando B (derivado monohalogenado de primera importancia), más el compuesto C (derivado monohalogenado de segunda importancia). 2 moles de C reaccionan con 2 moles de sodio en presencia de éter anhidro produciendo D, que es de estructura tetrarborescente con cuatro carbonos terciarios. El compuesto B reacciona con Mg en éter anhidro para producir E, que al añadirle agua vuelve a formar A. Escribe las fórmulas estructurales de: A, B, C, D y E, así como todas las reacciones que ocurren.

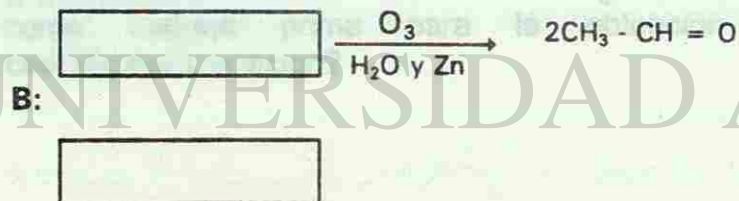
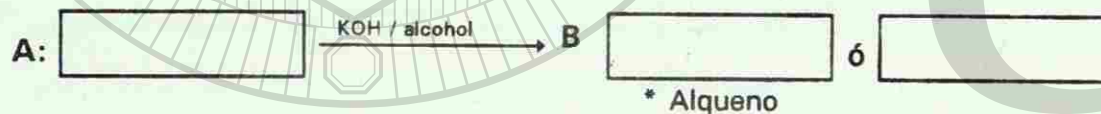
15.- Un compuesto  $C_4H_9Br$  (A) es tratado con KOH y alcohol, dando el compuesto B,  $C_4H_8$ . El compuesto B se hace reaccionar con ozono, y posteriormente con agua y Zn, formándose dos moles de  $CH_3 - CH = O$ . ¿Cuál es la posible estructura para el compuesto B, de acuerdo a las reacciones presentadas? ¿Cuál es la estructura del compuesto A?

**Indicaciones.**

1°.- Elaborar un diagrama de flujo con el objeto de visualizar el problema en forma general. En este caso sería:



2°.- Trazado el diagrama se procede a revisar y analizar los datos para empezar a escribir las estructuras probables.



\* Se considera que es un alqueno por la fórmula general que tiene, lo que no se conoce, es la posición del doble enlace.

16.- Un compuesto A., da positiva la prueba de Baeyer y por hidrogenación catalítica produce isobutano. Escribe la fórmula y nombre del compuesto A, y las reacciones mencionadas.

17.- Un compuesto B de fórmula  $C_5H_{10}$  da positiva la reacción de  $Br_2$  en  $CCl_4$ , por ozonólisis produce una cetona de tres carbonos y un aldehído de fórmula  $C_2H_4O$ . Escribe la fórmula y nombre del compuesto B.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7.- Son compuestos isoméricos: ®

a)  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$  y  $CH_3 - CH_2 - CH - CH_3$   
 b)  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$  y  $CH_3 - C - CH_3$   
 c)  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$  y  $CH_3 - CH - CH_2 - CH_3$   
 d)  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$  y  $CH_3 - C - CH_3$   
 e)  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$  y  $CH_3 - CH - CH_2 - CH_3$



## AUTOEVALUACION

1.- Un radical alquílico saturado de cinco átomos de carbono tiene:

- a) 11 hidrógenos
- b) 10 hidrógenos
- c) 12 hidrógenos
- d) 9 hidrógenos
- e) 13 hidrógenos

2.- Hidrocarburo que contiene uno o más anillos bencénicos se clasifica como:

- a) alifático
- b) alicíclico
- c) aromático
- d) saturado
- e) derivado de hidrocarburo

3.- El isobutano puede formar un radical terciario llamado:

- a) sec-butilo
- b) ter-butilo
- c) isobutilo
- d) n-butilo
- e) ninguno de los anteriores

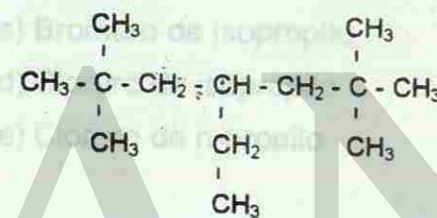
4.- Es la fórmula molecular del 1-penteno

- a)  $C_5H_{12}$
- b)  $C_5H_8$
- c)  $C_5H_{14}$
- d)  $C_5H_{10}$
- e)  $C_5H_5$

5.- El isobutano  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$  tiene:

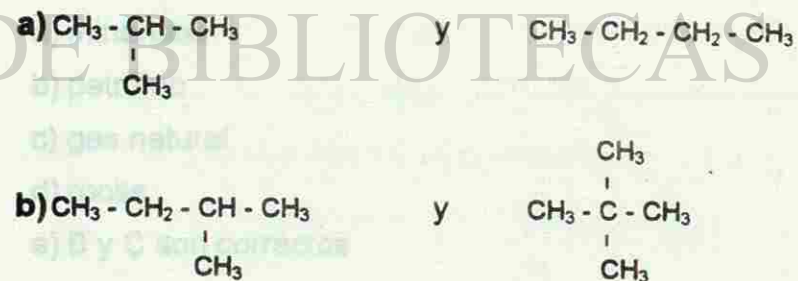
- a) nueve hidrógenos primarios y un hidrógeno terciario
- b) nueve hidrógenos primarios y un hidrógeno secundario
- c) tres carbonos primarios y un carbono terciario
- d) tres hidrógenos primarios y un hidrógeno terciario
- e) A y C son correctos

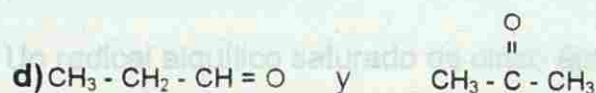
6.- Es el nombre correcto para el siguiente alcano:



- a) 2,2-dimetil-4-neopentilhexano
- b) 4-etil-2,2,6,6-tetrametilheptano
- c) 2,2-dimetil-4-neopentilhexano
- d) 2,2,6,6-tetrametil-4-etilheptano
- e) 4-etil-2,2-dimetil-6-6-dimetilheptano

7.- Son compuestos isoméricos





e) Todos son correctos.

8.- La principal reacción de los alcanos es:

- a) hidrogenación catalítica
- b) hidrohalogenación
- c) sustitución aromática
- d) adición
- e) halogenación

9.- Por hidrogenación de alquenos se obtienen:

- a) alcanos
- b) alquinos
- c) aromáticos
- d) cetonas
- e) éteres

10.- Las siguientes sustancias se utilizan como catalizadores en la hidrogenación de alquenos, excepto una. Identifícala.

- a) platino
- b) paladio
- c) níquel
- d) zinc
- e) níquel-Raney

11.- La reacción de combustión de alcanos es muy importante porque:

- a) Es un método comercial muy barato para obtener  $\text{CO}_2$
- b) Es un método barato de obtener agua
- c) La gran cantidad de calor que se libera
- d) Se obtienen productos de gran valor sintético
- e) Ninguna es correcta

12.- Es la materia prima para obtener n-hexano por la síntesis de Würtz.

- a) Cloruro de n-butilo
- b) Cloruro de n-hexilo
- c) Bromuro de isopropilo
- d) Cloruro de isopropilo
- e) Cloruro de n-propilo

13.- Los alcanos se llaman también parafinas debido a:

- a) que se obtienen del gas natural
- b) que se obtienen del petróleo
- c) su alta reactividad
- d) su baja reactividad
- e) que reaccionan con ácidos y bases

14.- Proviene de la descomposición gradual de la vida marina, plantas y animales prehistóricos.

- a) minerales
- b) petróleo
- c) gas natural
- d) rocas
- e) B y C son correctos

15.- Su fórmula general es  $C_nH_{2n}$

- a) alcanos
- b) alquenos
- c) alquinos
- d) aromáticos
- e) cicloalquenos

16.- Son isómeros geométricos

- a) n-pentano y el isopentano
- b) 1-penteno y el 2-penteno
- c) cis-2-penteno y el trans-2-penteno
- d) n-pentano y el neopentano
- e) isopentano y neopentano

17.- La hidrogenación catalítica del eteno,  $CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni}$  produce:

- a)  $CH \equiv CH$
- b)  $CH_3 - CH_3$
- c)  $CH_3 - CH_2 - Ni$
- d)  $CH_2 = CH_2$
- e)  $Ni - CH_2 - CH_3$

18.- La combustión controlada del metano produce.

- a) etano
- b) eteno
- c) acetileno
- d) butano
- e) propano

19.- Reacción utilizada para distinguir los alquenos de los alcanos.

- a) prueba de Tollens
- b) prueba de Fehling
- c) prueba de Baeyer
- d) reacción de Würtz
- e) reacción de Grignard

20.- Los hidrocarburos que tienen dos enlaces dobles en la cadena reciben el nombre de.

- a) parafinas
- b) olefinas
- c) aromáticos
- d) acetilénicos
- e) dienos

II.- Relaciona las siguientes columnas

21.-  $CH_3 - CH = CH - CH = CH - CH_3$  ( ) a) 6-etil-4,8-dimetil-6-noneno

22.-  $CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - C \equiv C - C - CH_3$  ( )

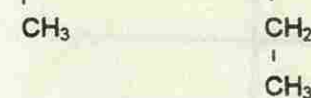


b) 5-etil-3,7-dimetil-4-noneno

c) 2,4-hexadieno

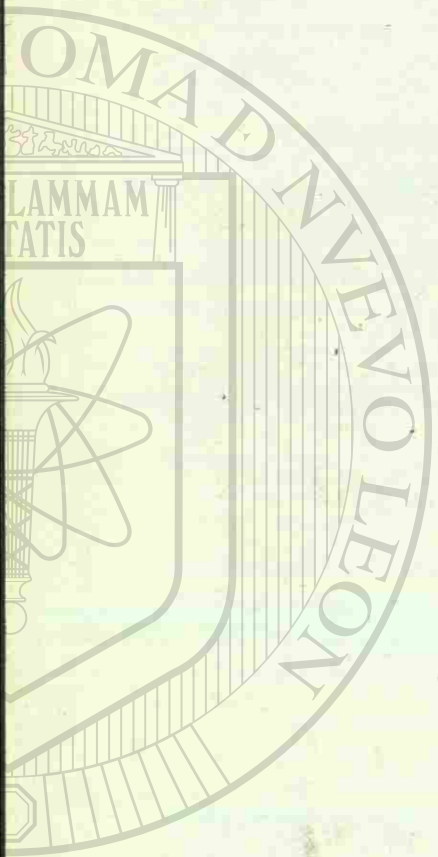
d) trans-3-hexeno

23.-  $CH_3 - CH_2 - CH - CH = C - CH_2 - CH - CH_3$  ( )



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





U A N

SIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO  
ECCIÓ N GENERAL DE BIBLIOTE