

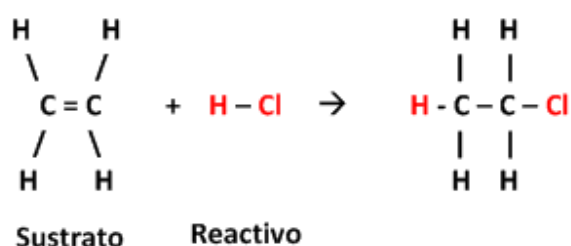
## ¿CUÁLES SON LAS REACCIONES PRINCIPALES Y LOS MÉTODOS DE OBTENCIÓN MÁS COMUNES DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS?

**Desempeño Esperado:** El estudiante reconoce, identifica y completa algunos métodos de obtención y reacciones de compuestos orgánicos.

### 1. INTRODUCCIÓN

La reactividad de una molécula orgánica depende casi exclusivamente de su grupo funcional; la importancia química del resto de la molécula es muy pequeña o casi nula, igualmente, se desarrollan a baja velocidad.

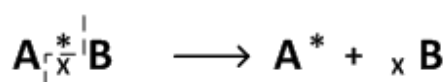
Las reacciones orgánicas permiten la síntesis de infinidad de compuestos orgánicos de interés biológico o industrial.



En una reacción orgánica, las sustancias reaccionantes se distinguen mejor como:

- El reactivo:** reactante que desempeña el papel de atacante o papel activo.
- El sustrato:** reactante pasivo que se deja atacar por el reactivo.

Las reacciones orgánicas ocurren por formación o rompimiento (fisión) de enlaces covalentes, lo cual implica una mayor energía consumida. La ruptura de un enlace covalente puede ocurrir de dos maneras diferentes:



El enlace covalente en el reactivo AB se rompe de manera simétrica, dando lugar a dos especies (llamadas radicales libres) que tienen un electrón libre o desapareado.

**Figura 1. ROTURA O FISIÓN HOMOLÍTICA**



El enlace covalente en el reactivo AB se rompe de manera asimétrica, dando lugar a dos iones con carga opuesta.

**Figura 2. ROTURA O FISIÓN HETEROLÍTICA**

Por fisión homolítica se forman radicales libres sin carga, muy reactivos, mientras que por fisión heterolítica se forman iones positivos y negativos. Si el ión positivo procede de un hidrocarburo se llama ión **carbonio** y el negativo **carbanión**.

Si en la reacción hay transferencia de electrones, se presentan dos situaciones opuestas; por un lado, el reactivo (llamado nucleofílico) dona electrones y por otro, el reactivo (electrofilico) acepta electrones. Generalmente los reactivos nucleofílicos tienen pares de electrones libres, por lo que pueden ser iones negativos. Los reactivos electrofílicos, son deficientes en electrones, generalmente son iones positivos.

## 2. REACCIÓN DE COMBUSTIÓN EN COMPUESTOS ORGÁNICOS.

Se conoce como combustión, la reacción de un combustible (en la mayoría de los casos es un compuesto orgánico) con el oxígeno del aire para producir gas carbónico y agua. Siempre hay liberación de calor. Entre éstos combustibles, se destacan los hidrocarburos (la gasolina es una mezcla de hidrocarburos) y el alcohol carburante.

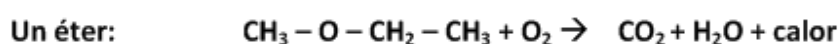
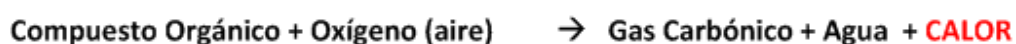


Figura 3. Reacción de combustión en compuestos orgánicos

## TEMA 1. REACCIONES DE HIDROCARBUROS ALIFATICOS

### 3. ALCANOS

Los alcanos son poco reactivos químicamente. Antiguamente se les llamó parafinas (= poca afinidad, o poca reactividad). Se explica este hecho por la presencia de los enlaces  $\sigma$  muy fuertes, difíciles de romper. Para romper el enlace se necesitan condiciones muy fuertes como altas temperaturas, o utilizar reactivos potentes que tengan la posibilidad de formar radicales libres (especies que tienen un electrón desapareado). Las reacciones más importantes, además de la **combustión**, es la **halogenación**.

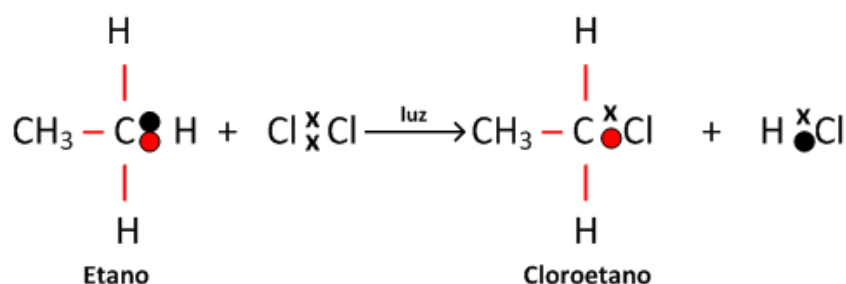


Figura 4. Halogenación de alcanos

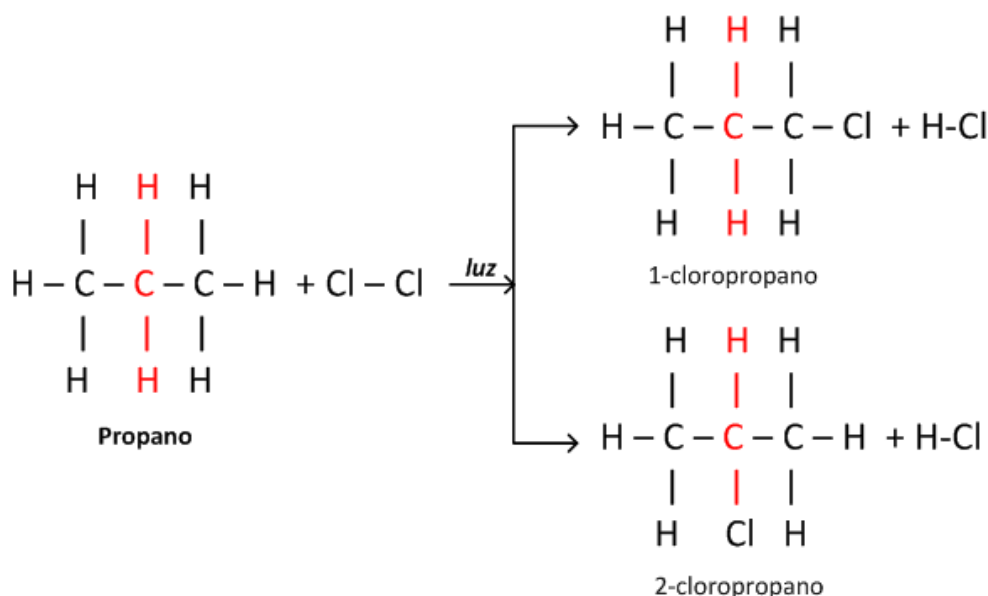
Los alcanos reaccionan con el cloro, el bromo y el yodo para producir derivados halogenados. Con el flúor también reaccionan pero la reacción es muy violenta. La reacción es de sustitución. Si se agrega cloro en exceso, la sustitución continúa hasta que todos los hidrógenos del etano son sustituidos por Cl. Es una reacción de sustitución en donde el enlace C – H se rompe de manera simétrica con formación de radicales libres como productos intermedios. Se dice, entonces, que la halogenación de alcanos es una **reacción de sustitución por radicales libres**.

El etano reacciona de una forma similar. El propano, por contener hidrógenos en carbonos primarios y secundarios (es decir hidrógenos primarios y secundarios), reacciona produciendo dos derivados halogenados. Ver figura 5.

El porcentaje de producción de mayor a menor es así (dependiendo del tipo de carbono): terciario > secundario > primario.

### 4. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE ALCANOS.

La síntesis de alcanos tiene importancia solamente en el laboratorio. En la industria se obtienen a partir del petróleo por destilación.



El propano tiene hidrógenos primarios (los que se unen a carbonos primarios) e hidrógenos secundarios (los que se unen a carbonos secundarios). La sustitución se realiza en uno de los hidrógenos primarios y en uno de los hidrógenos secundarios. Es decir, se obtienen tantos derivados como carbonos primarios, secundarios y terciarios tenga el hidrocarburo.

Figura 5. Halogenación del Propano

**Síntesis de Grignard.** Se trata un haluro de alquilo (por ejemplo  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) con Mg en presencia de éter y agua. Ver figura 6.

Para obtener etano se trata, por ejemplo, el yoduro de etilo (o yodo-etano) como se muestra a continuación.

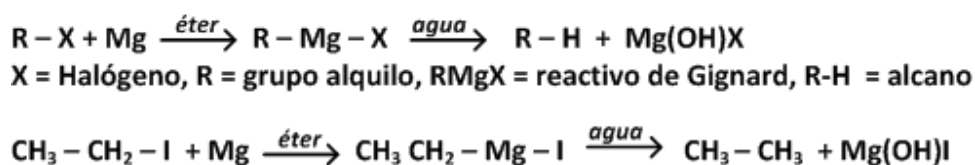


Figura 6. Obtención de un alcano por el método de Grignard.

**Síntesis de Wrtz.** Se hace reaccionar un haluro de alquilo con sodio.

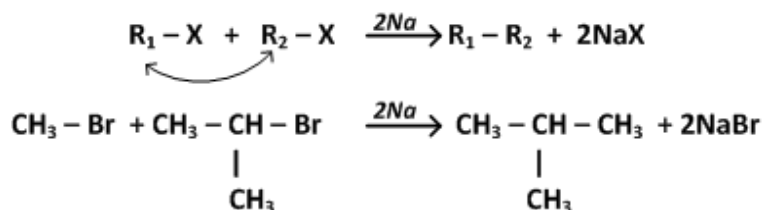
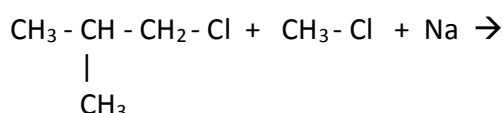
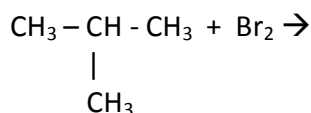
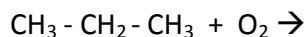


Figura 7. Obtención de un alcano por el método de Wrtz.

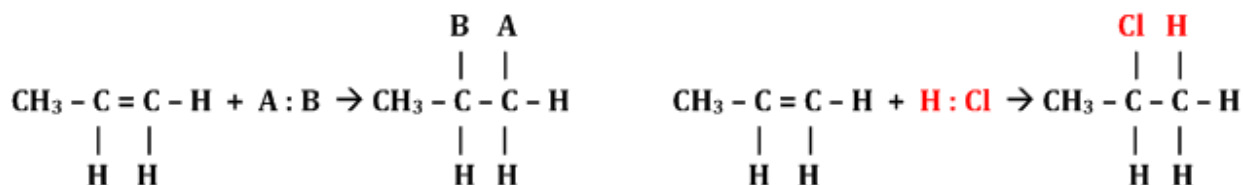
En la figura 7 se muestra la obtención de 2-metil propano (isobutano) a partir de bromo-metano y 2-bromo propano.

**ACTIVIDAD DE REFUERZO # 1.** Completar las reacciones siguientes:



## 5. LOS ALQUENOS

La diferencia más notable entre los alcanos y los alquenos es que los primeros reaccionan por sustitución (por radicales libres) mientras que los segundos lo hacen por adición. Veamos la reacción global:



Adición de un reactivo AB a un alqueno. Si es asimétrico, ejemplo HCl, la parte positiva (en este caso H) se adiciona al carbono con doble enlace que tiene más hidrógenos.

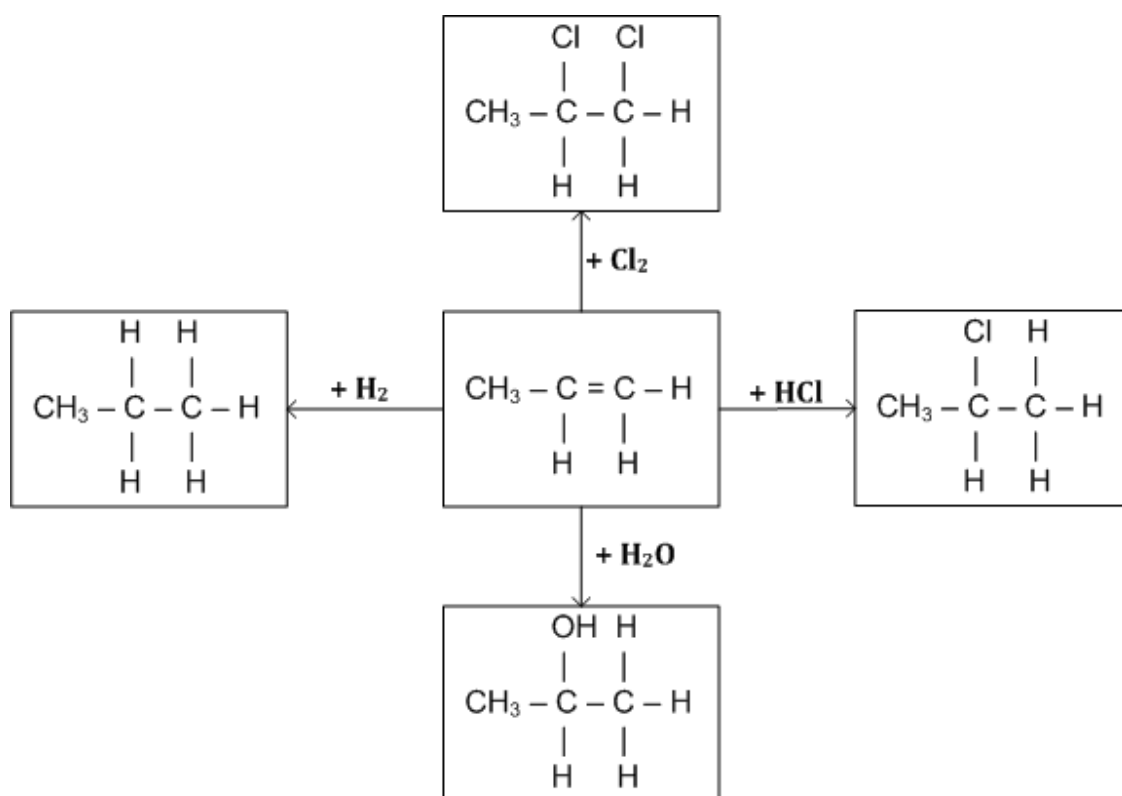
**Figura 8. Reacción de adición en alquenos**

**Regla de Markonikoff.** Cuando se adiciona un reactivo asimétrico (tipo AB) a un alqueno, la parte positiva del reactivo se adiciona al carbono con doble enlace que tiene más hidrógenos. Reactivos asimétricos: HBr, H-OH (=agua). Reactivos simétricos: H-H (=H<sub>2</sub>), Cl<sub>2</sub>.

El diagrama siguiente (figura 9) ilustra las reacciones principales de adición de alquenos.

**Halogenación.** Se presenta con cloro y bromo. Para facilitar la disociación de la molécula de cloro o bromo se agrega CCl<sub>4</sub>.

**Hidrogenación.** Adición de hidrógeno en presencia de Ni o Pt.

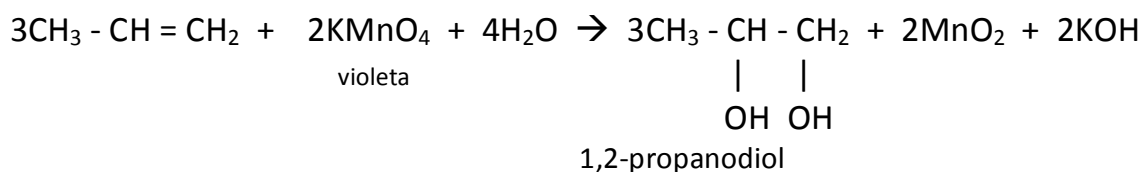


**Figura 9. Reacciones de cloración, hidrohalogenación, hidratación e hidrogenación de alquenos.**

**Hidrohalogenación.** Ya estudiada en el ejemplo del mecanismo de la reacción.

**Hidratación.** Adición de agua en medio ácido.

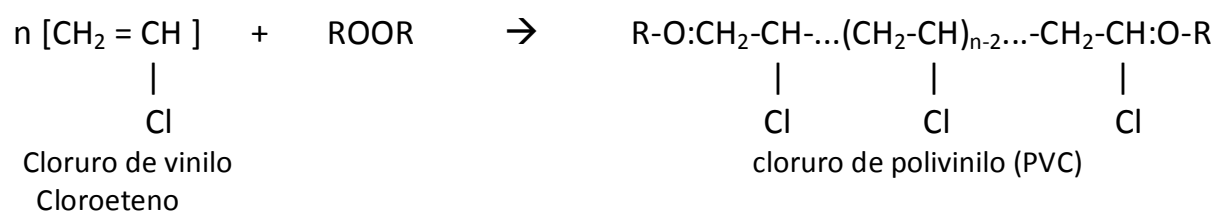
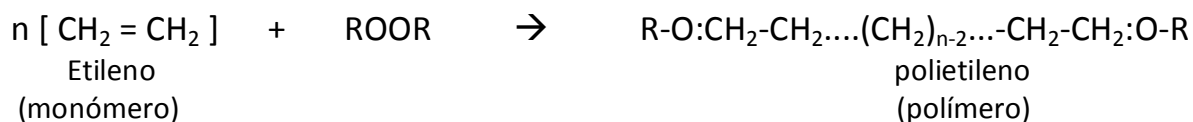
**Oxidación.** Los alquenos se oxidan fácilmente con  $\text{KMnO}_4$  disuelto en agua formando dihidroxialcoholes o dioles. La oxidación se realiza a temperaturas bajas (en frío).



La reacción anterior se conoce como **prueba de Bayer** porque permite diferenciar un alqueno de un alcano. Si se agrega solución de permanganato de potasio a un alqueno el color violeta del  $\text{KMnO}_4$  desaparece. En los alcanos no, porque no hay reacción.

**Polimerización.** Una molécula de alqueno (llamada en polimerización monómero), puede reaccionar consigo misma muchas veces, formando cadenas gigantes llamadas polímeros. Es una de las

reacciones más importantes de los alquenos. Se requiere un peróxido orgánico (del tipo R:O:O:R) como catalizador.



**Actividad de Refuerzo # 2.** Completar las reacciones siguientes. Dar el nombre del producto principal obtenido.

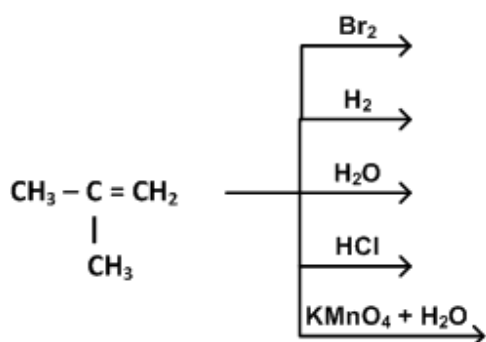


Figura 10. Actividad de Refuerzo 2

## 6. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE ALQUENOS.

En la industria los alquenos se obtienen a partir del petróleo mediante un proceso conocido como "CRACKING", el cual consiste en someter los productos de la destilación del petróleo a un rompimiento de los enlaces a altas temperaturas, para convertir los hidrocarburos de elevado peso molecular en moléculas más pequeñas entre las cuales se encuentran los alquenos. En el laboratorio se obtienen mediante reacciones de eliminación.

**Deshidratación de alcoholes.** Se trata el alcohol a 160°C en presencia de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> como deshidratante. Ver reacción en figura 11.

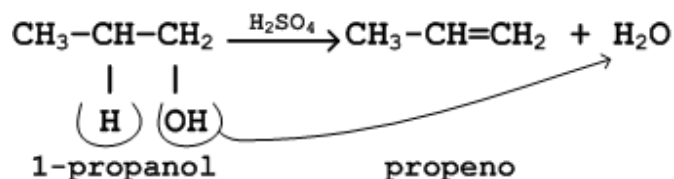


Figura 11. Obtención de un alqueno por deshidratación de un alcohol

**Deshidrohalogenación de Halogenuros de alquilo.** Un halogenuro (o haluro) de alquilo, por ejemplo  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl}$ , cuando contiene carbonos saturados y además cloro e hidrógeno en carbonos vecinos, puede producir un alqueno por reacción con una base fuerte en presencia de alcohol.

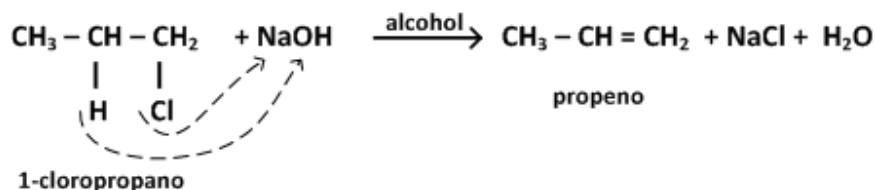


Figura 12. Obtención de un alqueno por deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo

## 7. LOS ALQUINOS.

Las reacciones guardan paralelismo con las de los alquenos, aunque son más rápidas. El alquino rompe su enlace  $\pi$  en dos etapas, pasando inicialmente a alqueno derivado y finalmente alcano derivado. Se cumple la regla de Markonikoff. Veamos las reacciones generales siguientes:

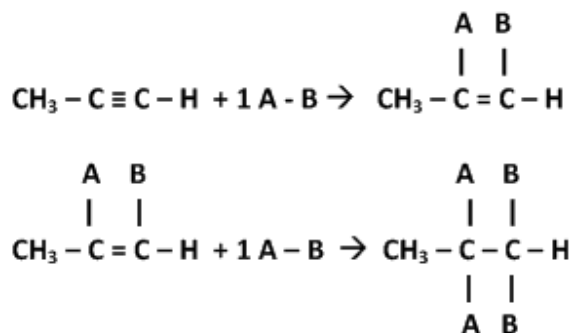


Figura 13. Reacciones de adición en alquinos

A continuación podemos observar las reacciones de hidrogenación, halogenación, hidrohalogenación e hidratación, características en los alquinos. Observe la similitud con las reacciones de los alquenos.



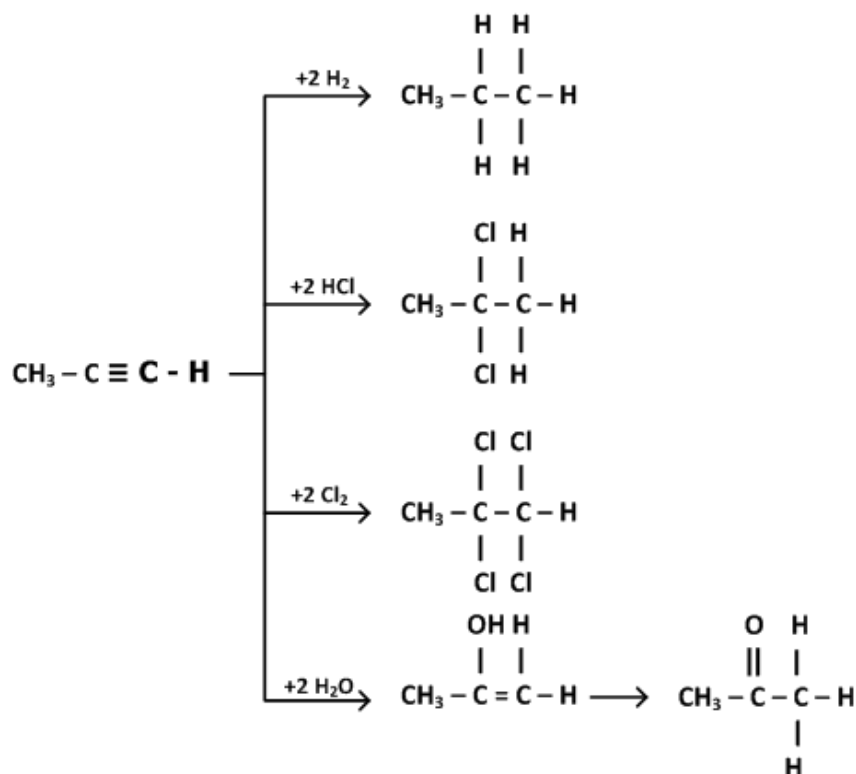
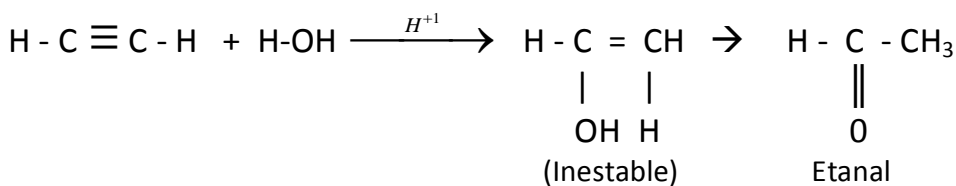
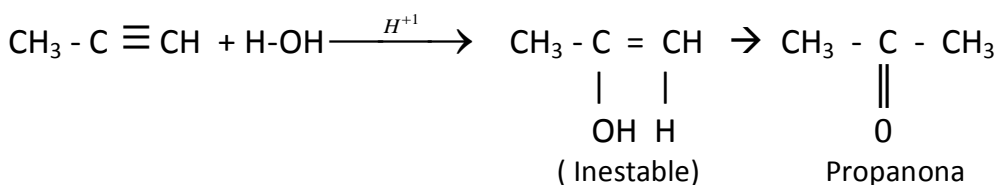


Figura 14. Principales reacciones de adición en alquinos

La hidratación merece un estudio especial.

**Hidratación.** Adición de agua en medio ácido y en presencia de sulfato mercúrico.



Observe que si el alquino es etino, se obtiene un aldehído, un alquino de tres carbonos o más da una cetona.

## 8. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE ALQUINOS.

Los alquinos son muy escasos en la naturaleza. Se hallan en el petróleo en pequeñas proporciones. Su síntesis es muy costosa.

**A partir del Carburo de calcio.** Se obtiene acetileno por adición de agua.



**Actividad de Refuerzo 3.** La cloración del n-butano en presencia de luz da dos derivados, llamados A y B respectivamente. El compuesto A se trató con magnesio, éter y agua dando un compuesto C. El derivado B se trató con KOH en presencia de alcohol y dio un derivado D. Finalmente D se hidrató dando como resultado el producto E. Identificar por su nombre y fórmula los compuestos A, B, C, D y E. Observe a continuación como se plantean las reacciones solicitadas, complételas y escriba el nombre de cada uno de los cinco derivados. Ignore los productos secundarios de cada una de las reacciones. Ver figura 15.

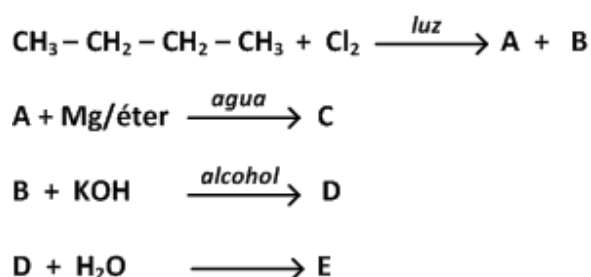


Figura 15. Casos de síntesis orgánica

## 9. LA GASOLINA

La gasolina es el subproducto más importante del petróleo. Se obtiene después de someter el petróleo a los procesos de exploración y explotación propios de la industria petroquímica.

Una vez obtenido el petróleo, se somete a procesos de destilación, cracking, reforming, alquilación y finalmente se obtienen los diversos derivados entre los cuales se encuentra la gasolina.

Químicamente, la gasolina es una mezcla de hidrocarburos alifáticos de cadena abierta cuyo número de carbonos varía entre 5 y 9, y por cicloalcanos.

La gasolina en los motores de combustión interna combusta produciendo gases calientes que convierten su energía térmica en cinética (movimiento del carro).

Para que se produzca la combustión, la gasolina se mezcla previamente en los pistones del motor con aire y se somete a compresión. Una vez "comprimida", la mezcla se enciende por medio de una chispa eléctrica proveniente de las bujías y es entonces cuando se produce la reacción de combustión. Así, los gases se expanden accionando el pistón que comunica su movimiento al cigüeñal.

Algunos hidrocarburos, una vez mezclados con el oxígeno, se encienden con la sola compresión, es decir producen explosiones prematuras. Este fenómeno se denomina pistoneo y produce lesiones severas en el motor. Hidrocarburos como estos no se recomiendan como combustibles en motores.

Para determinar la eficiencia de un motor, se utiliza el denominado **índice de octano**, que se basa en el comportamiento de dos hidrocarburos que se escogen como patrones:

- a. El n-heptano, compuesto sumamente detonante (no requiere chispa), al cual se le asignó un índice de octano de cero (0).
- b. El 2,2,4-trimetilpentano (impropiamente llamado isooctano), que es un hidrocarburo muy poco detonante y al cual se le asignó un índice de octano de 100.

Una mezcla de gasolina que tenga un octanaje de 50 se comporta similarmente que una mezcla (en partes iguales) de n-heptano y isooctano.

La gasolina de automóviles tiene un índice de octano de 85 y la extra 90. En la industria aeronáutica la gasolina debe tener más de 130 octanos.

**Actividad de refuerzo 4.** Investigar:

1. ¿Qué es el cracking, reforming y alquilación en la industria del petróleo?
2. ¿Qué métodos se utilizan para mejorar el octanaje de la gasolina?
3. ¿Qué es la gasolina verde?

