

## PRESENTACIÓN

---

- La química orgánica se viene estudiando desde el punto de vista de la formulación desde 4.º de ESO, y en este curso se repasa en el anexo 2. A partir del tema 3 se han estudiado diferentes tipos de compuestos químicos desde el punto de vista del enlace, su energía de formación o reacción, los equilibrios químicos, su reactividad ácido-base y redox. En este tema se estudia de forma más específica la estructura (isomería, funcionalidad, geometría, enlace...) que justifica la capacidad para reaccionar (nucleofilia, electrofilia...) con diferentes especies químicas orgánicas e inorgánicas para obtener compuestos imprescindibles para nuestra vida diaria y nuestro desarrollo industrial.
- Aunque para muchos alumnos resulta muy novedosa, una vez que entienden la reactividad como una consecuencia de la estructura del compuesto y de la existencia en su composición de un tipo de función orgánica u otra (aldehído, cetona, doble enlace, halogenuro...), es relativamente fácil que aprendan a relacionar que un determinado compuesto experimenta un tipo de reacción concreta y genera unos productos específicos.
- La segunda parte del tema es también conocida como ciencia de los materiales. Prácticamente todo lo que nos rodea está de un modo u otro hecho de «plástico». Entender químicamente su estructura interna y cómo esto se refleja en las propiedades que presenta tiene para los alumnos una motivación añadida. Los polímeros se estudian por primera vez en 4.º de ESO de forma general, pero en esta ocasión es necesario indagar más en sus propiedades, su obtención y sus aplicaciones.

## OBJETIVOS

---

- Explicar el concepto de isomería y los distintos tipos de esta.
- Razonar el tipo de reactividad de grupos orgánicos atendiendo a su naturaleza nucleófila o electrófila y a su posible efecto inductivo o resonante.
- Diferenciar tipos de reacciones orgánicas atendiendo a la relación reactivos-productos.
- Clasificar reacciones orgánicas: sustitución, adición, eliminación, redox, condensación (ad-el), hidrólisis y polimerización.
- Clasificar los polímeros según el tipo de monómero que se repite.
- Describir la formación de los polímeros artificiales más importantes (adición y condensación), sus monómeros de partida y los usos cotidianos a los que se les destina.
- Conocer el término macromolécula y aplicarlo a los polímeros naturales imprescindibles para vida.
- Diferenciar los monómeros y el enlace en las macromoléculas orgánicas: glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

## CONTENIDOS

---

### Conceptos

- Compuestos orgánicos: características generales.
- Isomería estructural: función, posición y de cadena. Estereoisomería: espacial y óptica.
- Reactividad de los compuestos orgánicos. Electrofilia y nucleofilia. Efectos inductivo y mesómero. Reacciones de sustitución, adición, eliminación, condensación, hidrólisis y oxidación-reducción.
- Estudio de los grupos orgánicos de mayor interés: alcoholes, ácidos carboxílicos y ésteres.
- Reacciones de polimerización. Tipos de polímeros. Polímeros de adición y condensación. Macromoléculas orgánicas.
- Utilización de las sustancias en el desarrollo de la sociedad actual. La industria química. El petróleo y el carbón. Problemas medioambientales.
- La síntesis de medicamentos. Historia y fases de comercialización.

### Procedimientos, destrezas y habilidades

- Diferenciación entre los distintos tipos de isómeros estructurales y espaciales de un compuesto dados fórmula o nombre.
- Deducción de los tipos de ataque a un sustrato orgánico en función de su estructura y grupos funcionales.
- Predicción de los productos de una reacción orgánica conocidos los reactivos.
- Formulación y nomenclatura de los monómeros más comunes.
- Identificación del tipo de polimerización que puede sufrir un determinado monómero.
- Escritura de las reacciones de polimerización por adición o condensación de los polímeros estudiados.

**Actitudes**

- Apreciación del poder de la química orgánica para sintetizar enorme variedad de compuestos beneficiosos para la humanidad, sin olvidar que algunos han sido nocivos para el medio ambiente.
- Apreciación del uso industrial y doméstico de los polímeros naturales y de la búsqueda de nuevos polímeros artificiales de propiedades parecidas.
- Toma de conciencia de la necesidad del reciclaje de plásticos usados en la vida cotidiana.

**EDUCACIÓN EN VALORES****1. Educación ambiental**

Valorar el uso de determinados productos químicos, como los fertilizantes, en las tierras de cultivo, teniendo en cuenta sus ventajas y sus inconvenientes. Proponer el ejemplo del DDT para comenzar un debate sobre las decisiones radicales.

**2. Educación vial**

Resaltar la importancia de los polímeros en la actual industria del automóvil. Son moldeables, se instalan en capas y permiten una mayor absorción de la energía en el choque, evitando daños humanos. Hacer referencia también a los alcoholímetros, que a través de una reacción redox orgánica detectan la cantidad de alcohol ingerido.

**3. Educación para la salud**

Reflexionar sobre los efectos nocivos en la salud de la ingestión de drogas y medicamentos sin control médico, y cómo todos ellos son productos muy relacionados con la industria química orgánica.

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

1. Clasificar los polímeros según el tipo de monómero que se repite.
2. Saber explicar el concepto de isomería.
3. Distinguir entre isomería de cadena, posición y función.
4. Comprender el concepto de estereoisomería y saber asignar diastereoisómeros Z/E.
5. Reconocer e identificar los grupos funcionales de un compuesto y establecer su naturaleza nucleófila o electrófila y su efecto inductivo o mesómero.
6. Reconocer los diferentes tipos de reacciones orgánicas en función de reactivos y productos.
7. Escribir reacciones orgánicas que puede experimentar un sustrato debido a sus grupos funcionales.
8. Escribir los productos de una reacción orgánica conociendo los reactivos.
9. Diferenciar el significado de los términos: monómero, polímero y macromolécula.
10. Identificar los dos tipos de reacciones de polimerización: adición y condensación.
11. Clasificar polímeros naturales y artificiales por el tipo de polimerización (adición o condensación).
12. Conocer los procesos de obtención de los polímeros artificiales más importantes, sus monómeros y sus aplicaciones en la vida cotidiana.
13. Identificar el enlace químico y las fuerzas intermoleculares presentes en glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

**1. Escribe todos los isómeros posibles de la propanona ( $\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_3$ ).  
(Canarias, 2007)**

Como no se pone ninguna restricción, en principio valdrían todas las posibilidades que hagan que la fórmula molecular sea la misma, y no la fórmula desarrollada.

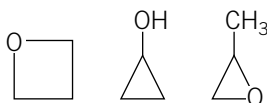
La propanona,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ , tiene un isómero de función, que es el propanal,  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CHO}$ .

Si tenemos en cuenta otros isómeros, que se pueden considerar de cadena y función, ya que cambia la conectividad entre los átomos y también la función orgánica, tendríamos los formados por un doble enlace y la función alcohol:

- $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
- $\text{CH}_3-\text{COH}=\text{CH}_2$ ,
- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CHOH}$  (cis y trans)

Como la función alcohol se puede convertir en éter, tendríamos un isómero más:  $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$ .

Por último, se pueden tener en cuenta los ciclos cerrados:



**2. Formula los siguientes compuestos orgánicos: 3-buten-2-ona, 1,3-butadien-2-ol y dietil éter. ¿Cuáles de ellos son isómeros entre sí?  
(Castilla-La Mancha, 2007)**

Los compuestos son: 3-buten-2-ona ( $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), 1,3-butadien-2-ol ( $\text{CH}_2=\text{COH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), dietiléter ( $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ). Los dos primeros son isómeros porque presentan la misma fórmula molecular ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$ ) y diferente fórmula desarrollada, en este caso con funciones orgánicas y cadenas de distinta naturaleza.

**3. Dadas las fórmulas siguientes:  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$  y  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ .**

**a) Escriba todas las posibles estructuras semidesarrolladas para las moléculas monofuncionales que respondan a las fórmulas anteriores (excluir las estructuras cíclicas).**

**b) Nombre sistemáticamente todos los compuestos.**

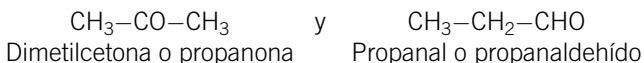
**(C. Madrid, 2006)**

a) Las estructuras semidesarrolladas para las moléculas monofuncionales son:

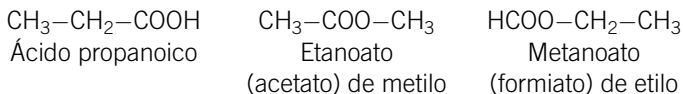
- $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ : como solo tiene un átomo de oxígeno, podría ser un alcohol, un éter, una cetona y un aldehído.

Como el número de átomos de hidrógeno se corresponde con la existencia de un enlace doble, la estructura solo puede ser un carbonilo ( $-\text{CO}-$  y  $-\text{CHO}$ ).

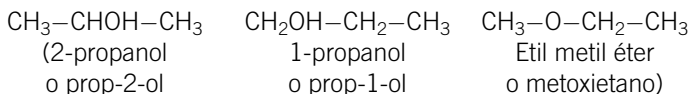
Las dos fórmulas son:



- $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ : al existir 2 átomos de oxígeno en la estructura, y por ser de un compuesto monofuncional, debe tratarse de un ácido ( $-\text{COOH}$ ) o un éster ( $-\text{COO}-$ ).



- $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ : en este caso solo hay un átomo de oxígeno, y el número de átomos de hidrógeno se corresponde con enlaces sencillos; por tanto, se tratará de un grupo alcohol ( $-\text{OH}$ ) o un éter ( $-\text{O}-$ ).



b) Respuesta en el apartado anterior.

4. **Los hidrocarburos de cadena ramificada producen en los motores de combustión menos detonación que los compuestos de cadena lineal. Por eso, el 2,2-dimetilbutano tiene un octanaje mayor que el *n*-hexano (hexano lineal). Formula estos dos compuestos y señala el tipo de isomería que presentan.**

(Castilla-La Mancha, 2005)

El 2,2-dimetilbutano ( $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ) y el *n*-hexano ( $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3$ ) presentan isomería estructural de cadena, ya que tienen la misma fórmula molecular ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ) y distintas ramificaciones en la cadena carbonada.

5. **Dado un compuesto de fórmula  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ .**

a) **Nómbrelo e indique el tipo de hibridación que puede asignarse a cada átomo de carbono.**

b) **Formule y nombre tres isómeros de posición del compuesto anterior.**

(Castilla y León, 2006)

- a) El compuesto se llama 1,3-pentadieno (penta-1,3-dieno), empezando a numerar por la izquierda. En química orgánica, la hibridación de los átomos de carbono con un enlace doble es  $\text{sp}^2$  (C1, C2, C3, C4), y la de los átomos de carbono que solo tienen enlaces sencillos es  $\text{sp}^3$  (C5).

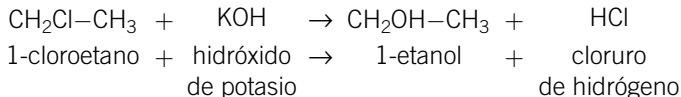
- b) Los isómeros de posición son aquellos en los que cambia la posición de los dobles enlaces o funciones orgánicas en la molécula. En este caso solo hay enlaces dobles. Hay dos enlaces dobles que se pueden combinar de la siguiente manera:
- $\text{CH}_2=\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ , 1,2-pentadieno (penta-1,2-dieno).
  - $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ , 1,4-pentadieno (penta-1,4-dieno).
  - $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$ , 2,3-pentadieno (penta-2,3-dieno).

**6. Escriba un ejemplo representativo para cada una de las siguientes reacciones orgánicas, considerando únicamente compuestos reactivos con 2 átomos de carbono. Formule y nombre los reactivos implicados.**

- a) Reacción de sustitución en derivados halogenados por grupos hidroxilo.  
 b) Reacción de esterificación.  
 c) Reacción de eliminación (alcoholes con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado).  
 d) Reacción de oxidación de alcoholes.

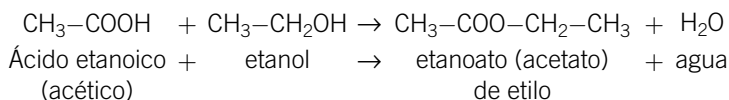
(C. Madrid, 2008)

- a) Reacción de sustitución en el 1-cloropropano, al tratarlo con KOH en agua:



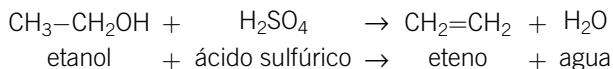
Se sustituye el cloro del alcano inicial por un grupo hidroxilo, generando un alcohol.

- b) Reacción de esterificación por reacción de ácido etanoico (acético) con etanol:



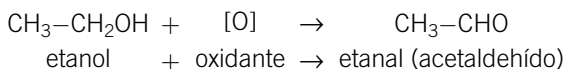
Se produce una condensación (adición + eliminación) del grupo ácido y el grupo alcohol, generando un éster orgánico.

- c) Reacción de eliminación de etanol con ácido sulfúrico concentrado como catalizador:



Se elimina el grupo hidroxilo con uno de los hidrógenos del átomo de carbono adyacente.

- d) Reacción de oxidación de etanol:

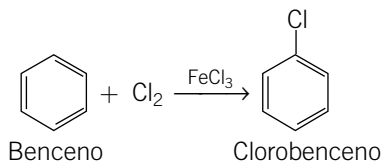


Al reaccionar los alcoholes terminales (no hay más opción si queremos compuestos de 2 átomos de carbono) con un reactivo oxidante, si la oxidación es moderada llevaría a un grupo carbonilo, un aldehído en este caso, al ser terminal. Si siguiera la oxidación o se oxidara directamente con un oxidante muy fuerte, la reacción acabaría en un ácido carboxílico.

7. **Escribir y nombrar el compuesto orgánico que se forma al tratar benceno con cloro en presencia de  $\text{FeCl}_3$ . ¿Por qué a este tipo de reacción orgánica se le denomina de «sustitución»? ¿Qué papel tiene el  $\text{FeCl}_3$  en la reacción?**

(P. Asturias, 2006)

La reacción es una sustitución electrófila aromática, donde se sustituye un hidrógeno del anillo bencénico por un cloro. El  $\text{FeCl}_3$  es el catalizador que permite convertir el  $\text{Cl}_2$  en un reactivo electrófilo, capaz de atacar con éxito al anillo aromático.



8. **Señale razonadamente entre los siguientes compuestos aquel que, por oxidación, da una cetona:**

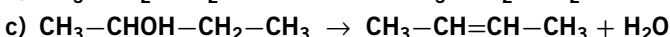
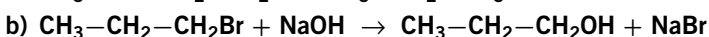
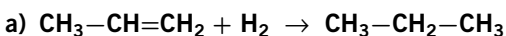
$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—HC=O}$ ,  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—COOCH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_2\text{—CH}_3$ .

(C. Valenciana, 2007)

Para que un sustrato dé una cetona tras una reacción de oxidación, debe ser un alcohol secundario. Un alcohol primario (terminal) daría un aldehído, y un fenol no se oxida para dar una cetona. Por otra parte, la oxidación del aldehído proporcionaría un ácido carboxílico, y un éster solo se podría oxidar a  $\text{CO}_2$  mediante una combustión.

Por todo lo anterior, el único compuesto que cumple los requisitos es el 2-butanol ( $\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_2\text{—CH}_3$ ).

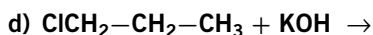
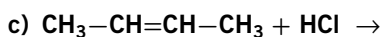
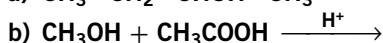
9. **Clasifica las siguientes reacciones orgánicas, justificando la respuesta:**



(Canarias, 2006)

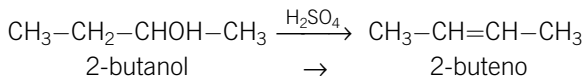
- a) En el sustrato hay un doble enlace carbono-carbono que desaparece en el producto. Esto quiere decir que se ha producido una adición de hidrógeno molecular al doble enlace. Cada uno de los hidrógenos se ha unido a los carbonos que forman el doble enlace, proporcionando un alcano.
- b) Como el sustrato es un haloalcano, y el producto, un alcohol terminal, vemos que se ha producido una sustitución nucleófila del bromo por el grupo hidroxilo.
- c) El sustrato es un alcohol, y el producto, un alqueno. Se ha producido una eliminación de una molécula de agua en un alcohol. Se ha eliminado el grupo hidroxilo con un átomo de hidrógeno unido a uno de los dos carbonos adyacentes. Esto generaría dos productos diferentes: el 1-buteno y el 2-buteno. Como el 2-buteno es el alqueno más sustituido, según la regla de Saytzeff será el producto principal, y por eso es el que está escrito en la reacción.

**10. Para cada una de las siguientes reacciones, formule y nombre los productos mayoritarios que se pueden formar y nombre los reactivos orgánicos.**

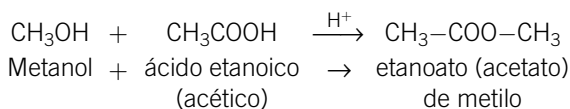


(C. Madrid, 2006)

- a) Como el sustrato es un alcohol que se trata con ácido sulfúrico, se producirá una reacción de eliminación de alcoholes, generando un doble enlace C=C. Como se elimina el grupo hidroxilo con un hidrógeno adyacente y hay dos opciones, habrá dos posibles productos: el 1-buteno y el 2-buteno. Como es mayoritario el alqueno más sustituido, en este caso el producto principal será el 2-buteno.

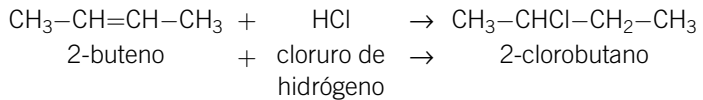


- b) Se trata de la reacción entre un ácido y un alcohol, una condensación (adición + eliminación) que genera un éster orgánico.

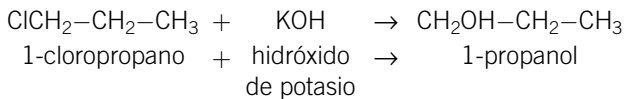




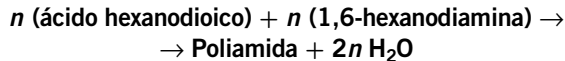
- c) El sustrato es un alqueno al que se adiciona cloruro de hidrógeno. Se une un cloro a un átomo de carbono de los que forman el doble enlace, y el hidrógeno, al otro. Como el sustrato es simétrico, la adición no tiene más de un producto posible: el 2-clorobutano.



- d) El sustrato es un haloalcano que se trata con una base fuerte, produciéndose una reacción de sustitución del cloro por el hidroxilo y formándose un alcohol. (No olvidar tampoco la posibilidad de la eliminación de HCl, que generaría un alqueno; algún alumno podría pensar en ella, y sin saber más condiciones de reacción podría ser perfectamente posible.)



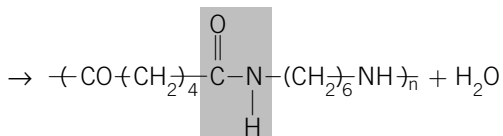
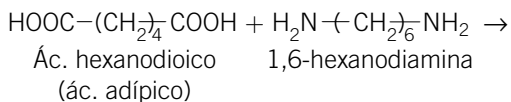
11. Las poliamidas, también llamadas nailones, poseen una gran variedad de estructuras. Una de ellas, el nailon 6,6, se obtiene a partir del ácido hexanodioico y de la 1,6-hexanodiamina siguiendo el esquema que se indica a continuación:



- Formule los compuestos que aparecen en la reacción.
- ¿Qué tipo de reacción química se da en este proceso?
- ¿Qué otro tipo de reacción de obtención de polímeros sintéticos conoce? Ponga un ejemplo de uno de estos polímeros y mencione alguna aplicación del mismo.

(C. Madrid, 2001)

- a) La reacción con los compuestos formulados y la condensación entre el grupo ácido y el amino resaltada es:



Poliamida (nailon 6,6)

- b) La reacción es una condensación entre los dos grupos  $-\text{COOH}$  del ácido hexanodioico y los dos grupos  $-\text{NH}_2$  de la 1,6-hexanodiamina. La reacción se lleva a cabo por los dos extremos de la cadena, dando lugar a un polímero de condensación, el nailon 6,6. Los números se corresponden con el número de átomos de carbono que tienen el ácido dicarboxílico y la diamina.
- c) Además de la reacción de polimerización por condensación, también es muy usual la reacción de polimerización por adición. Un ejemplo de esta sería la polimerización del eteno (etileno) para dar polietileno (ver el libro, página 335).

**12. Comente la fórmula y propiedades del polímero de condensación basado en el grupo éster que desee.**

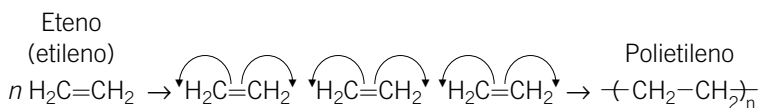
(C. F. Navarra, 2008)

Se puede comentar cualquier polímero de condensación que genere un grupo éster, como puede ser el polietilentereftalato (PET). Tanto las propiedades como la formación y la fórmula se encuentran en el libro (página 341).

**13. Indique la estructura de los siguientes polímeros: polietileno y algún tipo de nailon. Proponga además las reacciones de formación de ambos.**

(C. F. Navarra, 2006)

El polietileno es un polímero formado por la reacción de adición de  $n$  moléculas de eteno (etileno). Además de la reacción indicada abajo se puede consultar más información sobre él en la página 335 del libro.



Los nailones son compuestos formados por reacción entre ácidos dicarboxílicos y diaminas. Para poner un ejemplo distinto al habitual se puede mencionar el kévlar, cuya formulación completa y estructura orgánica están recogidas en el libro, en la página 340.

**14. El 2-propanol y el etilmetiléter son compuestos isómeros con propiedades muy diferentes. Formula esas sustancias y explica, basándote en el enlace, la razón por la que el alcohol presenta mayor punto de ebullición que el éter.**

(Castilla-La Mancha, 2005)

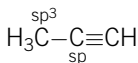
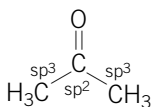
El 2-propanol ( $\text{CH}_3\text{---CHOH---CH}_3$ ) y el etil metil éter ( $\text{CH}_3\text{---O---CH}_2\text{---CH}_3$ ) tienen de fórmula molecular  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ , y por eso son isómeros de función con propiedades físico-químicas distintas.

El 2-propanol, al ser un compuesto orgánico que incluye en su estructura un grupo  $\text{-OH}$ , puede formar enlace intermolecular de hidrógeno con las moléculas vecinas, mientras que el éter, no. Este hecho produce un aumento en el punto de ebullición del alcohol, ya que para cambiar de estado se necesita romper el enlace de hidrógeno, que es más fuerte que el intermolecular por fuerzas de Van der Waals existente entre las moléculas de etil metil éter.

15. **Indica la hibridación que cabe esperar de cada uno de los átomos de carbono que participan en los siguientes compuestos: propanona ( $\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_3$ ), propino ( $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$ ).**

(Canarias, 2007)

El átomo de carbono presenta hibridación  $\text{sp}^3$  cuando forma cuatro enlaces sencillos,  $\text{sp}^2$  cuando forma un enlace doble y  $\text{sp}$  cuando forma uno triple (ver tema 3, página 101). Según este razonamiento, la molécula de propanona tiene 2 átomos de carbono con hibridación  $\text{sp}^3$  (C1 y C3) y un carbono con hibridación  $\text{sp}^2$ , ya que forma enlace doble con el oxígeno en el grupo funcional cetona ( $\text{-CO}$ ). Por su parte, la molécula de propino presentaría un carbono con hibridación  $\text{sp}^3$  (C3) y 2 átomos de carbono con hibridación  $\text{sp}$  (C1 y C2) para poder formar un enlace triple carbono-carbono.



- Hibridación  $\text{sp}^3$ : enlace sencillo
- Hibridación  $\text{sp}^2$ : enlace doble
- Hibridación  $\text{sp}$ : enlace triple

16. **La fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  ¿a qué sustancia/s de las propuestas a continuación corresponde? Justifique la respuesta escribiendo en cada caso su fórmula molecular y desarrollada.**

- a) **Ácido butanoico.**                      c) **1,4-butanodiol.**  
 b) **Butanodial.**                              d) **Ácido 2-metilpropanoico.**

(C. Madrid, 2003)

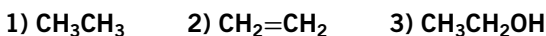
Lo mejor es formular cada uno de los compuestos propuestos en el ejercicio y comprobar que la fórmula molecular coincide con la del enunciado:

- a) Ácido butanoico:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ . Fórmula molecular:  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ . Vemos que este compuesto sí cumple la condición, ya que presenta cuatro átomos de carbono y un grupo ácido que consume los dos átomos de oxígeno.
- b) Butanodial:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$ . Fórmula molecular:  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ , que no se corresponde con la del enunciado. Al presentar un grupo aldehído con un solo átomo de carbono, no cumple la condición.

- c) 1,4-butanodiol:  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ . Fórmula molecular:  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$ . El número de átomos de hidrógeno es mayor, ya que los dos grupos alcohol forman enlaces sencillos con el carbono.
- d) Ácido 2-metilpropanoico:  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$ . Fórmula molecular:  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ . Sí cumple la condición. Es un isómero de cadena del compuesto a), que presenta un grupo ácido y una ramificación.

Las sustancias a las que corresponde la fórmula molecular son la a) y la d).

**17. Para los siguientes compuestos:**



- a) Indique cuál o cuáles son hidrocarburos.  
 b) Razone cuál será más soluble en agua.  
 c) Explique cuál sería el compuesto con mayor punto de ebullición.

(Andalucía, 2007)

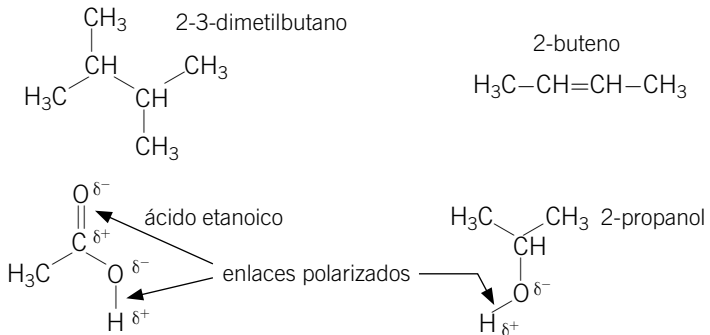
- a) Son hidrocarburos aquellos compuestos orgánicos que solo contienen átomos de carbono y de hidrógeno. En este caso, lo serán los dos primeros compuestos  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  (etano) y  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  (eteno), ya que el tercer compuesto,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  (etanol), tiene un grupo funcional alcohol.
- b) De los tres, el más soluble en agua será el etanol, ya que es el único capaz de formar enlace intermolecular de hidrógeno con las moléculas de agua, lo que favorece su solubilidad. Los hidrocarburos no son solubles en agua y sí en disolventes apolares.
- c) El compuesto con mayor punto de ebullición sería también el alcohol, ya que al presentar un grupo  $-\text{OH}$  puede formar enlace de hidrógeno intermolecular con moléculas vecinas, lo que aumenta la interacción entre ellas y hace más difícil que se rompa la misma para que la sustancia pase a estado gaseoso. De hecho, el etano y el eteno (etileno) son gases, y el etanol es un líquido.

**18. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos: 2,3-dimetilbutano; 2-propanol; ácido etanoico; 2-buteno, y además:**

- a) En cada una de ellas indique razonadamente si existe algún enlace polar y en qué sentido se produce el desplazamiento del par electrónico.  
 b) Escribir algún isómero de todas las moléculas menos del ácido etanoico, indicando de qué tipo es.

(Cantabria, 2007)

- a) Aparecen enlaces polares en el 2-propanol (O—H) y en el ácido etanoico (O—H y C=O) debido a la gran diferencia de electronegatividad existente entre los dos átomos. Las fórmulas semidesarrolladas con el desplazamiento del par electrónico en las dos polares se indican a continuación:



- b) Isómeros de las moléculas anteriores:

- 2,3-dimetilbutano:  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ . Un isómero de cadena podría ser el *n*-hexano,  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3$ .
- 2-buteno:  $\text{C}_4\text{H}_8$ . Un isómero de posición podría ser el 1-buteno,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ .
- 2-propanol:  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ . Un isómero de función podría ser el etil metil éter,  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$ .

## 19. Contesta a las siguientes preguntas:

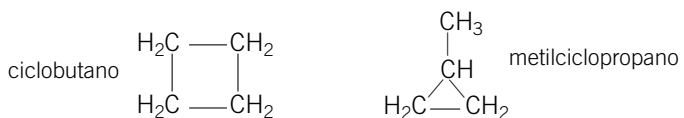
- Escribir todos los isómeros posibles del compuesto de fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_8$ .
- Indicar si el compuesto 2-clorobutano presenta isomería óptica o geométrica.
- Indicar qué tipo de isomería presenta el 2,3-dibromo-2-buteno (2,3-dibromobut-2-eno).

(Canarias, 2008)

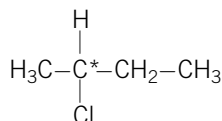
- a) Al no poner ninguna restricción, el compuesto de fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_8$  puede corresponder a un alqueno con un único enlace doble y sus isómeros de cadena y posición:

- 1-buteno:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ .
- 2-buteno:  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$  (cis y trans).
- 2-metil-1-propeno:  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$ .

No hay que olvidar los compuestos cíclicos:

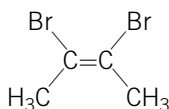


- b) El compuesto 2-clorobutano:  $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ , tiene un carbono quiral (C2), es decir, con cuatro grupos orgánicos distintos unidos a él, con lo que podría presentar isomería óptica (R/S).

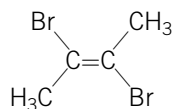


2-clorobutano

- c) El compuesto 2,3-dibromo-2-buteno,  $\text{CH}_3-\text{CBr}=\text{CBr}-\text{CH}_3$ , presenta un doble enlace con dos grupos orgánicos distintos unidos a cada carbono del mismo, con lo que puede presentar isomería geométrica (cis/trans). Si los dos átomos de bromo se colocan del mismo lado del plano del doble enlace, el compuesto es cis, y si se colocan en lados opuestos del plano del doble enlace, es trans.



cis-2,3-dibromo-2-buteno



trans-2,3-dibromo-2-buteno

**20. Formule y nombre un isómero de función del 1-butanol y otro de la 2-pentanona.**

(Galicia, 2005)

Los isómeros de función son aquellos que tienen la misma fórmula molecular y distinto grupo funcional en la estructura orgánica.

- 1-butanol:  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ . Un isómero de función podría ser el dietil éter:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ .
- 2-pentanona:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ . Un isómero de función es el pentanal:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$ .

**21. Señale el tipo de isomería existente entre los compuestos de cada uno de los apartados siguientes:**

- a)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  y  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$   
 b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  y  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$   
 c)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$  y  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHO}$

(Andalucía, 2006)

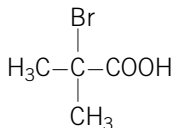
- a) El 1-propanol y el 2-propanol presentan isomería de posición, ya que tienen la misma fórmula molecular y función orgánica y se diferencian en la posición del grupo alcohol en la cadena carbonada.

- b) El etanol y el dimetil éter presentan isomería de función, ya que con la misma fórmula molecular, uno tiene un grupo alcohol, y el otro, un grupo éter.
- c) El butanol y el 2-metilbutanal presentan isomería de cadena, ya que tienen la misma fórmula molecular y función orgánica (grupo aldehído  $-\text{CHO}$ ), pero la conectividad de sus átomos de carbono es distinta, ya que uno de ellos tiene una ramificación.

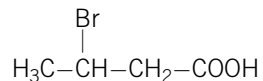
22. **Escribe la fórmula química del ácido 2-bromo-2-metilpropanoico. Formula y nombra un isómero de este compuesto.**

(Castilla-La Mancha, 2007)

La fórmula química de este compuesto y la de un posible isómero, en este caso de cadena, es:



ácido 2-bromo-2-metilpropanoico



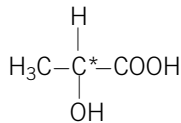
ácido 2-bromobutanoico

Hay que hacer notar a los alumnos que el compuesto que se da en el enunciado tiene un carbono quiral, y que, por tanto, podría darse también la isomería óptica (R/S).

23. **Justificar por qué la molécula  $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{COOH}$  presenta isomería óptica.**

(P. Asturias, 2007)

Porque el carbono 2 tiene unidos a él cuatro grupos orgánicos distintos, por lo que es asimétrico y presentaría isomería óptica (R/S).



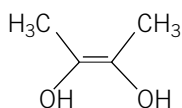
ácido 2-hidroxiopropanoico

24. **Conteste a las siguientes preguntas:**

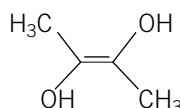
- ¿Qué se entiende por compuestos isómeros?
- ¿Cuándo se dice que dos compuestos son entre sí isómeros ópticos?
- ¿Cuándo dos compuestos se dice que son isómeros geométricos o cis/trans?
- Escriba un par de isómeros de cada uno de los tipos anteriores.

(Cantabria, 2007)

- a) Aquellos que tienen la misma fórmula molecular y distinta fórmula desarrollada; o en el caso de los isómeros espaciales, aunque su fórmula desarrollada es la misma, sus grupos presentan distinta orientación en el espacio (ver el libro, página 315).
- b) Cuando son imágenes especulares uno de otro. Para ello es necesario que presenten al menos un carbono quiral o asimétrico (ver el libro, página 317).
- c) Cuando la disposición espacial por encima y debajo del plano de enlace entre dos átomos de carbono unidos y sin posibilidad de giro libre (dobles enlaces y compuestos cíclicos) es diferente (ver el libro, página 317).
- d) Se entiende que habría que escribir dos isómeros ópticos y dos isómeros geométricos:
- Dos isómeros geométricos cis-trans (Z/E) serían el cis y el trans 2,3-butanodiol:

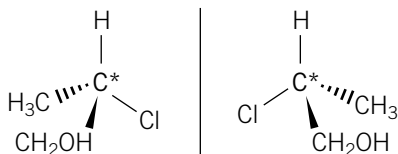


cis-2,3-butanodiol  
(Z-2,3-butanodiol)



trans-2,3-butanodiol  
(E-2,3-butanodiol)

- Dos isómeros ópticos (R/S) serían las dos imágenes especulares del 2-cloro-1-propanol, cuyo carbono 2 es quiral:



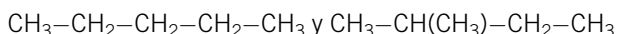
2-cloro-1-propanol

**25. Escriba:**

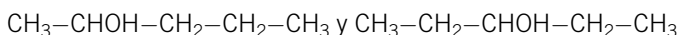
- a) Dos hidrocarburos saturados que sean isómeros de cadena entre sí.
- b) Dos alcoholes que sean entre sí isómeros de posición.
- c) Un aldehído que muestre isomería óptica.

(Andalucía, 2007)

- a) Los isómeros de cadena presentan diferente conectividad entre sus átomos de carbono. Podrían ser el pentano y el 2-metilbutano, que tiene una ramificación:



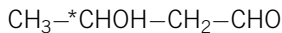
- b) Los isómeros de posición tienen la misma función orgánica, pero cambia la posición del grupo (—OH en este caso) en la cadena. Podrían ser el 2-pentanol y el 3-pentanol:





c) Tiene que ser un aldehído que presente en su estructura un átomo de carbono quiral (unido a cuatro grupos orgánicos distintos).

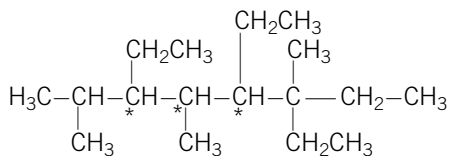
Por ejemplo, podría ser el 3-hidroxi-butanal:



**26. Escriba la fórmula molecular y la fórmula semidesarrollada del 3,5,6-trietil-2,4,6-trimetiloctano. ¿A qué familia de compuestos pertenece? ¿Puede presentar isomería óptica?**

(La Rioja, 2007)

El compuesto mencionado en el enunciado no tiene enlaces múltiples ni presenta grupos funcionales, por lo que pertenece a la familia de los hidrocarburos con ramificaciones laterales. Puede presentar isomería óptica porque los carbonos 3, 4 y 5 son quirales.



3,5,6-trietil-2,4,6-trimetiloctano

**27. Dadas las fórmulas siguientes:  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  y  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$ .**

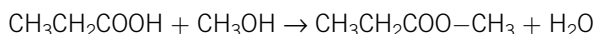
- Diga cuál es el nombre del grupo funcional presente en cada una de las moléculas y nombre todos los compuestos.
- Escriba la reacción que tiene lugar entre  $\text{CH}_3\text{OH}$  y  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ .
- ¿Qué sustancias orgánicas (estén o no entre las cuatro anteriores) pueden reaccionar para producir  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ? Indique el tipo de reacción que tiene lugar.

(C. Madrid, 2007)

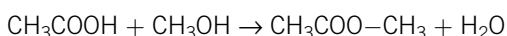
a) El nombre y el grupo funcional de los compuestos del enunciado es:

- $\text{CH}_3\text{OH}$ : metanol; grupo funcional: alcohol ( $-\text{OH}$ ).
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ : ácido propanoico; grupo funcional: ácido carboxílico ( $-\text{COOH}$ ).
- $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ : etanoato (acetato) de metilo; grupo funcional: éster ( $-\text{COO}-$ ).
- $\text{CH}_3\text{CONH}_2$ : etanamida (acetamida); grupo funcional: amida ( $-\text{CONH}-$ ).

- b) Entre el metanol y el ácido propanoico tiene lugar una reacción de condensación entre un ácido y un alcohol para formar un éster, con pérdida de una molécula de agua:



- c) Se trata de un éster (etanoato de metilo), y la forma más fácil de obtenerlo es mediante una reacción de condensación para formar ésteres (esterificación) entre el ácido etanoico (acético) y el metanol.



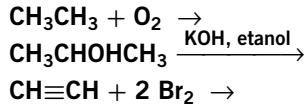
**28. Indica y explica razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:**

- a) En el etino ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ), los átomos de carbono están unidos entre sí mediante un enlace  $\sigma$  y dos enlaces  $\pi$ .
- b) Cuando un grupo hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ) está unido a un carbono saturado, el compuesto resultante es un éster.
- c) El dimetiléter ( $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$ ) y el etanol ( $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$ ) son isómeros de función.
- d) La siguiente reacción orgánica: ( $\text{R}-\text{CH}_2-\text{Br} + \text{NaOH} \rightarrow \text{R}-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{NaBr}$ ), es una reacción de eliminación.

(Canarias, 2005)

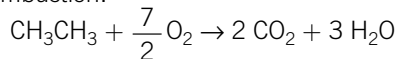
- a) Esta afirmación es verdadera, ya que el etino ( $\text{CH}\equiv\text{CH}$ ) tiene entre los dos átomos de carbono un enlace triple. Ambos carbonos presentan una hibridación  $sp$  en la que los lóbulos frontales forman un enlace sigma con un átomo de carbono y un átomo de hidrógeno respectivamente, y los orbitales  $p_x$  y  $p_y$ , que no sufren hibridación, interaccionan por encima y debajo del plano de enlace mediante enlace  $\pi$ .
- b) Esta afirmación es falsa. Se entiende por carbono saturado el que no forma dobles o triples enlaces (insaturaciones), de manera que si un grupo hidroxilo se une a un carbono saturado (hibridación  $sp^3$ ), se formará un alcohol.
- c) Esta afirmación es verdadera. Ambos compuestos presentan la misma fórmula molecular y distinta fórmula desarrollada, ya que en el primero existe en la estructura un grupo éter ( $-\text{O}-$ ), y en el segundo, un alcohol ( $-\text{OH}$ ).
- d) Esta afirmación es falsa. Se trata de una reacción de sustitución de un halógeno ( $-\text{Br}$ ) por un grupo hidroxilo ( $-\text{OH}$ ) en un átomo de carbono terminal.

29. Complete las siguientes reacciones químicas:

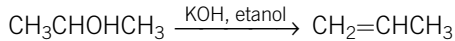


(Andalucía, 2007)

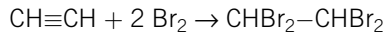
- Reacción de oxidación completa de un alcano para dar  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , es decir, una combustión:



- Reacción de eliminación de alcoholes en presencia de una base fuerte en medio alcohólico para dar alquenos:



- Reacción de adición de 2 mol de bromo al etino para formar el alcano tetrahalogenado:



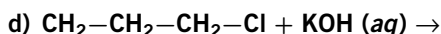
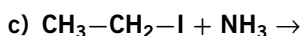
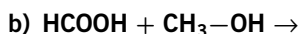
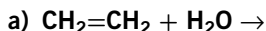
30. Indique si cada una de las siguientes afirmaciones es verdadera o falsa y justifique las respuestas formulando la reacción a que se alude:

- El doble enlace de un alqueno puede incorporar hidrógeno y convertirse en un alcano.
- La reducción de un grupo funcional aldehído conduce a un grupo ácido.
- Las aminas son compuestos básicos.
- La deshidratación del etanol, por el ácido sulfúrico, produce etino.

(C. Madrid, 2004)

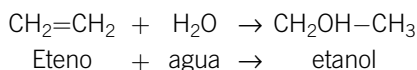
- Esta afirmación es verdadera. Los alquenos pueden sufrir reacción de adición, en la que incorporan diferentes grupos químicos, desapareciendo el doble enlace y convirtiéndose en un enlace sencillo, es decir, pasando a ser alcanos.
- Esta afirmación es falsa. La oxidación de un aldehído sí conduce a un ácido; ya que aumenta el estado de oxidación del átomo de carbono; pero no la reducción, que conduciría a un alcohol primario.
- Esta afirmación es verdadera, ya que cuando las aminas están en disolución acuosa aceptan un protón del agua, comportándose como bases de Brønsted-Lowry y formando cationes amonio. También se pueden comportar como bases de Lewis, ya que el nitrógeno de la amina tiene un par de electrones libre que puede ceder para formar un enlace covalente coordinado.
- Esta afirmación es falsa. Cuando se produce la reacción de deshidratación de un alcohol se forman alquenos y no alquinos, ya que se elimina una molécula de agua entre dos carbonos adyacentes, formándose un doble enlace.

31. Complete las siguientes reacciones orgánicas indicando el nombre de todos los compuestos que en ellas aparecen:

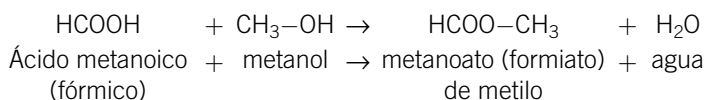


(C. Valenciana, 2006)

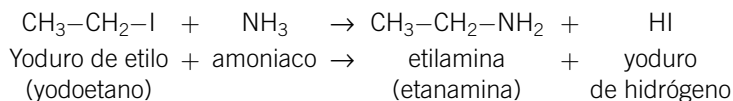
- a) Reacción de adición de agua a los dobles enlaces de los alquenos, formando alcoholes:



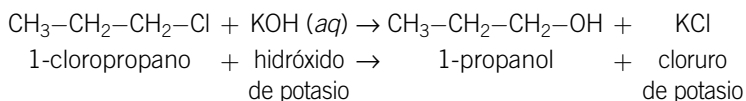
- b) Reacción de condensación entre un grupo ácido y un alcohol para formar un éster orgánico:



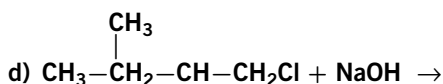
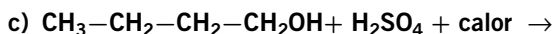
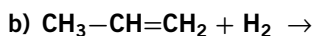
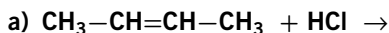
- c) Reacción de sustitución de un grupo amino por un halógeno para formar aminas:



- d) Reacción de sustitución de un grupo hidroxilo por un halógeno para formar alcoholes:

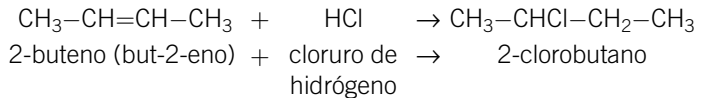


32. Para cada una de las reacciones químicas que se escriben a continuación, formule los productos y nombre reactivos y productos e indique de qué tipo de reacción se trata.

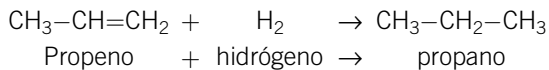


(C. Madrid, 2005)

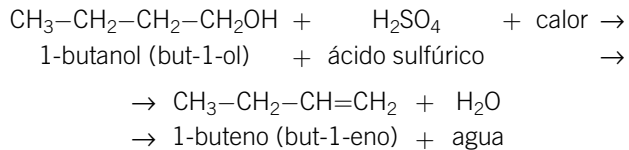
- a) Reacción de adición al doble enlace. Como el sustrato es simétrico, se forma un único producto de adición:



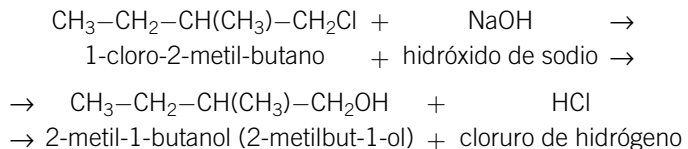
- b) Reacción de adición de hidrógeno al doble enlace para formar alcanos. Se trata también de una reacción de reducción de alquenos:



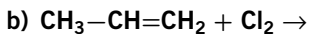
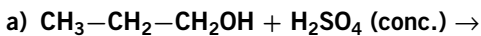
- c) Reacción eliminación de alcoholes en presencia de ácido sulfúrico. Se elimina una molécula de agua entre dos átomos de carbono adyacentes y se forma un doble enlace (deshidratación de alcoholes en medio ácido). Como el alcohol es terminal, el producto de eliminación es único:



- d) Reacción de sustitución de un grupo halógeno por un hidroxilo:



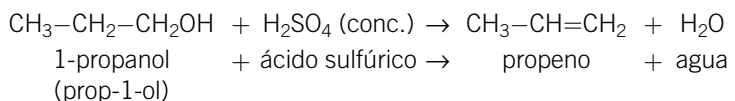
**33. ¿Qué se entiende en química orgánica por reacción de eliminación? Completa las siguientes reacciones y nombra los compuestos orgánicos que se obtienen:**



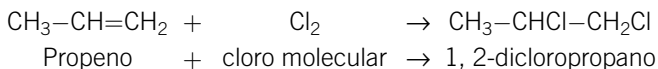
(Extremadura, 2005)

Una reacción de eliminación es aquella en la que se elimina una molécula sencilla entre dos átomos de carbono adyacentes, formándose un doble enlace carbono-carbono (ver el libro, página 323).

- a) Reacción de eliminación de alcoholes en presencia de ácido sulfúrico (deshidratación) para producir alquenos:



- b) Reacción de adición de cloro al doble enlace para obtener un alcano dihalogenado:

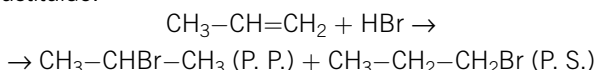


**34. Utilizando un alqueno como reactivo, escriba:**

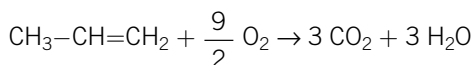
- a) La reacción de adición de HBr.  
 b) La reacción de combustión ajustada.  
 c) La reacción que produzca el correspondiente alcano.

(Andalucía, 2006)

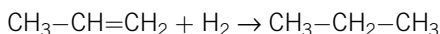
- a) Reacción de adición de HBr al doble enlace para obtener un derivado halogenado. La adición es Markovnikov, y el producto principal es aquel donde el halógeno se encuentra en el carbono más sustituido:



- b) Reacción de combustión completa del propeno:



- c) Reacción de adición de H<sub>2</sub> al doble enlace para convertirlo en alcano (reducción):

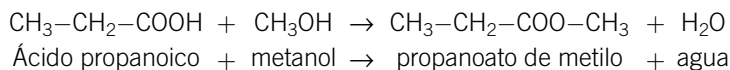


**35. Complete las siguientes reacciones químicas, indique en cada caso de qué tipo de reacción se trata y nombre todos los reactivos que intervienen y los productos orgánicos resultantes.**

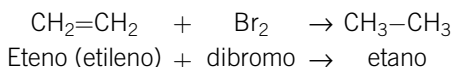
- a)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow$       c)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$   
 b)  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow$       d)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Br} + \text{KOH} \rightarrow$

(C. Madrid, 2008)

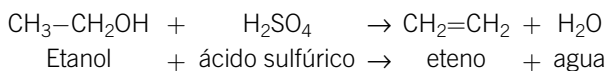
- a) Reacción de condensación entre un ácido y un alcohol para dar ésteres orgánicos (esterificación):



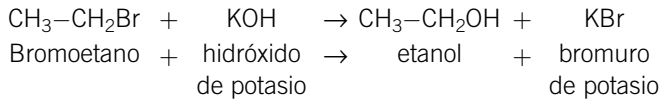
- b) Reacción de adición de bromo molecular al doble enlace:



- c) Reacción de eliminación de alcoholes en presencia de ácido sulfúrico (deshidratación):



d) Reacción de sustitución de un grupo halógeno por un grupo hidroxilo:

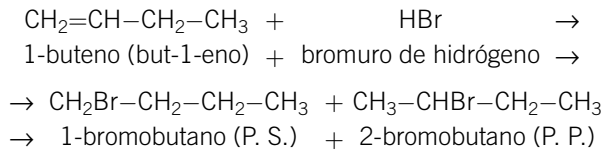


**36. Escribe completas, nombrando los productos, las siguientes reacciones:**

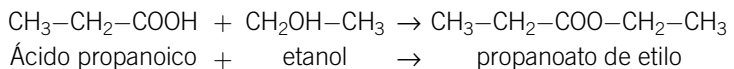
- a) 1-buteno + HBr  $\Rightarrow$   
 b) Ácido propanoico + etanol  $\Rightarrow$   
 c) Oxidación suave de 2-propanol  $\Rightarrow$   
 d) Deshidratación de 1-butanol  $\Rightarrow$

(País Vasco, 2006)

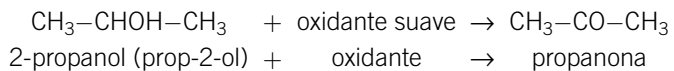
a) Reacción de adición al doble enlace. Como el sustrato es asimétrico, habrá dos posibles productos. El principal es aquel en el que el bromo se adiciona al carbono más sustituido (adición Markovnikov):



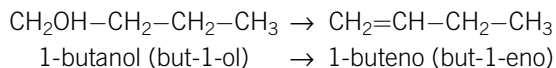
b) Reacción de condensación entre un ácido y un alcohol para formar un éster. Ácido propanoico + etanol:



c) Oxidación de alcoholes a compuestos carbonílicos, al ser suave. Como el alcohol es secundario, la oxidación conduce a una cetona. Oxidación suave de 2-propanol:



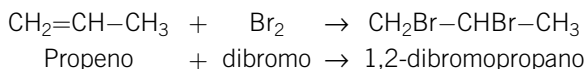
d) Eliminación de una molécula de agua entre un grupo hidroxilo unido a un carbono y un hidrógeno de un carbono adyacente, en presencia de un medio ácido:



**37. Escribir y nombrar el compuesto que se forma al añadir Br<sub>2</sub> (disuelto en CCl<sub>4</sub>) al propeno en ausencia de luz. Explicar brevemente por qué a este tipo de reacción orgánica se le denomina de «adición».**

(P. Asturias, 2007)

Se trata de una reacción de adición de bromo a un alqueno. Se denomina «adición» porque el reactivo se une directamente a los dos átomos de carbono que formaban el doble enlace. En este caso, al tratarse de la adición de  $\text{Br}_2$ , cada bromo se une a uno de los carbonos del doble enlace y hay un único producto.



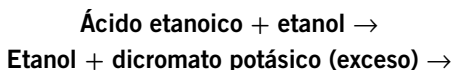
**38. Indica y explica razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:**

- El 1-propanol ( $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ ) es un isómero de la propanona ( $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ ).
- Los alquinos son compuestos orgánicos que se caracterizan por contener algún enlace doble  $\text{C}=\text{C}$ .
- Una reacción del tipo  $\text{R}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$  es una reacción de eliminación.
- En el metano ( $\text{CH}_4$ ) el átomo de carbono utiliza cuatro orbitales híbridos  $\text{sp}^3$  para unirse a los átomos de hidrógeno.

(Canarias, 2006)

- Esta afirmación es falsa, ya que no se cumple el primer requisito, que es que su fórmula molecular sea la misma. La propanona es  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ , mientras que el 1-propanol es  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ .
- Esta afirmación es falsa, ya que los alquinos son compuestos orgánicos en los que existe al menos un doble enlace carbono-carbono.
- Esta afirmación es verdadera. Se trata de la deshidratación de alcoholes, en la que se elimina una molécula de agua entre el grupo hidroxilo unido a un átomo de carbono y el hidrógeno de un átomo de carbono adyacente.
- Esta afirmación es verdadera, ya que el carbono necesita en este caso formar cuatro enlaces sencillos con cuatro átomos de hidrógeno. Con una hibridación  $\text{sp}^3$  hay disponibles cuatro lóbulos en las cuatro direcciones de un tetraedro para formar los enlaces necesarios.

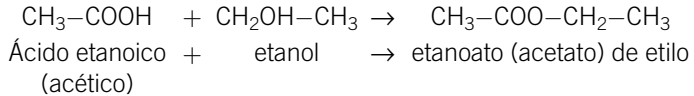
**39. Para cada una de las reacciones que se escriben a continuación, formular el nombre de los reactivos y productos que se forman, indicando el tipo de reacción que tiene lugar:**



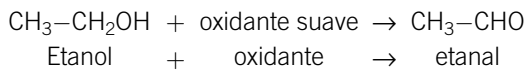
(P. Asturias, 2007)



- Reacción de condensación entre un ácido y un alcohol para formar ésteres orgánicos (esterificación):



- Reacción de oxidación de etanol con exceso de dicromato potásico. Como el dicromato es un oxidante moderado, suponemos que la oxidación se queda en el compuesto carbonílico y no continúa a ácido. Como se trata de un alcohol primario, el producto final es un aldehído.



40. Para el siguiente compuesto:  $\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{=CH-CH}_3$ .

- Indique su nombre sistemático.
- Escriba su reacción con yoduro de hidrógeno e indique el nombre del producto mayoritario.
- Formule y nombre los isómeros de posición del compuesto del enunciado.

(C. Madrid, 2008)

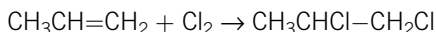
- El nombre del hidrocarburo insaturado y ramificado es:  
2-metil-2-buteno (2-metilbut-2-eno).
- La reacción de un alqueno con yoduro de hidrógeno es de adición al doble enlace. Como el sustrato es asimétrico, se forman dos productos de los que el mayoritario es aquel en el que el yodo se adiciona al carbono más sustituido (adición Markovnikov).  
$$\text{CH}_3\text{-C(CH}_3\text{)=CH-CH}_3 + \text{HI} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CBr(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3 \text{ (P. P.)} + \text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CHBr-CH}_3 \text{ (P. S.)}$$
  
El producto mayoritario (P. P.) es el 2-bromo-2-metilbutano.
- Para que sean isómeros de posición, sin cambiar la conectividad en la cadena, debe cambiar la posición del doble enlace de todas las formas posibles:
  - $\text{CH}_2\text{=C(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3$ : 2-metil-1-buteno (2-metilbut-1-eno).
  - $\text{CH}_3\text{-C(CH}_3\text{)-CH=CH}_2$ : 3-metil-1-buteno (3-metilbut-1-eno).

41. Indique los productos que se obtienen en cada una de las siguientes reacciones:

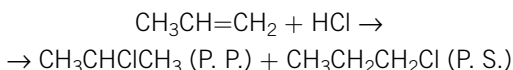
- $\text{CH}_3\text{CH=CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{CH=CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{CH=CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$

(Andalucía, 2007)

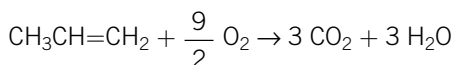
- a) Reacción de adición de cloro al doble enlace del propeno, obteniendo 1,2-dicloropropeno:



- b) Reacción de adición de cloruro de hidrógeno al doble enlace del propeno. Como el sustrato es asimétrico, la adición es Markovnikov y el cloro se adiciona al carbono más sustituido preferentemente. El producto principal es el 2-cloropropano, y el secundario es el 1-cloropropano:



- c) Reacción de oxidación (combustión completa) de compuestos orgánicos para dar  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ :



**42. Deduzca los productos más probables en las reacciones químicas siguientes y formule las sustancias que aparecen:**

- a) Ciclohexeno + bromo  $\rightarrow$  ¿?

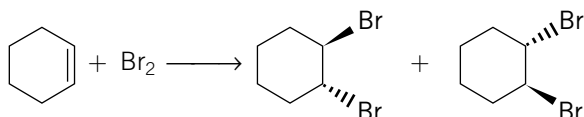
- b) Cloroeteno  $\rightarrow$  ¿?

- c) 2-propanol + permanganato de potasio  $\xrightarrow{\text{calor, medio ácido}}$  ¿?

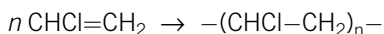
- d) Yodometano + hidróxido de potasio  $\xrightarrow{\text{calor}}$  ¿?

(C. F. Navarra, 2006)

- a) Reacción de adición al doble enlace del ciclohexeno para dar 1,2-dibromociclohexano (cis o trans):



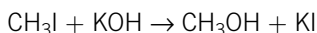
- b) Reacción de polimerización del cloroeteno para dar el polímero PVC, policloruro de vinilo o policloroeteno:



- c) Oxidación de alcoholes para dar ácidos, ya que el permanganato de potasio es un oxidante muy fuerte y, además, se realiza en medio ácido y con calor. Se obtienen 2 moles de ácido acético, ya que el alcohol es secundario:



- d) Reacción de sustitución del yodo por el grupo hidroxilo para dar metanol:



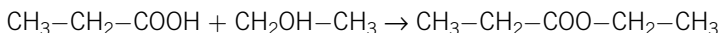
43. Complete y formule las siguientes reacciones orgánicas, indique en cada caso de qué tipo de reacción se trata y el nombre de los productos obtenidos en cada una de ellas:

- a) **Ácido propanoico + etanol + H<sup>+</sup> →**  
 b) **2-metil-2-buteno + ácido bromhídrico →**  
 c) **1-bromobutano + hidróxido de potasio →**  
 d) **Propino + hidrógeno (exceso) + catalizador →**

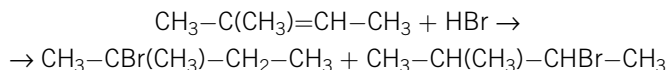
(C. Madrid, 2003)

a) Reacción de condensación del ácido propanoico con etanol en medio ácido (esterificación).

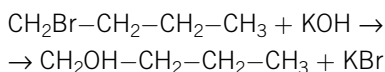
Se obtienen propanoato de etilo y agua procedente de la condensación:



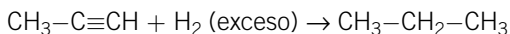
b) Reacción de adición de HBr al doble enlace del alqueno. Como el sustrato es asimétrico, como producto de la adición Markovnikov, el bromo se adiciona al carbono más sustituido y el producto principal es el 2-bromo-2-metilbutano, y el secundario, el 2-bromo-3-metilbutano:



c) Se trata de una reacción de sustitución del bromo por el grupo hidroxilo para dar, en este caso, 1-butanol (but-1-ol) y bromuro de potasio:



d) Es una reducción completa de alquinos por doble adición de hidrógeno que está en exceso sobre el triple enlace del propino para dar propano:



44. Discuta razonadamente si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones referidas a la reactividad de los alcoholes:

- a) **Los alcoholes tienen carácter ácido débil.**  
 b) **Por deshidratación intramolecular dan alquenos en una reacción de eliminación.**  
 c) **Los alcoholes no pueden dar reacciones de sustitución.**  
 d) **Los alcoholes primarios se oxidan fácilmente, obteniendo un ácido del mismo número de átomos de carbono.**

(C. Valenciana, 2007)

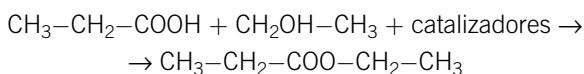
- a) Esta afirmación es verdadera, ya que el hidrógeno del grupo hidroxilo, que es el que tiene propiedades ácidas, no presenta tanta tendencia a ser cedido como en los ácidos orgánicos, por lo que los alcoholes serán más débiles.
- b) Esta afirmación es verdadera, ya que en las reacciones de eliminación pueden perder una molécula de agua entre dos carbonos, siendo uno el que contiene el grupo hidroxilo. A esta reacción se le denomina deshidratación de alcoholes intramolecular.
- c) Esta afirmación es falsa, ya que dan reacciones de sustitución por reacción con haluros de alquilo y otros reactivos orgánicos más específicos.
- d) Esta afirmación es verdadera, ya que los alcoholes primarios (terminales) se oxidan primero a aldehídos y, si la reacción sigue adelante, terminan convirtiéndose en ácidos por el mismo carbono que estaba unido al grupo hidroxilo, por lo que el número de átomos de carbono de la molécula es el mismo.

**45. Los alcoholes reaccionan con los ácidos orgánicos, en presencia de catalizadores, formando ésteres:**

- a) Escribir la reacción de esterificación entre el etanol (alcohol etílico) y el ácido propanoico (ácido propiónico).
- b) Nombrar el éster obtenido e indicar el grupo funcional que tienen los ésteres.

(Extremadura, 2008)

- a) La reacción de condensación o esterificación entre el grupo ácido ( $-\text{COOH}$ ) y el grupo alcohol ( $\text{OH}$ ) es la siguiente:



- b) El éster obtenido es el propanoato de etilo, y el grupo éster es el  $-\text{COO}$ , en el que aparece el carbono que forma parte del grupo carbonilo del ácido ( $-\text{CO}$ ) unido al oxígeno procedente del alcohol ( $-\text{O}-$ ).

**46. Complete las reacciones siguientes, formule o nombre las sustancias que las integran e identifique el tipo de reacción (sustitución, eliminación, etc.) en cada caso.**

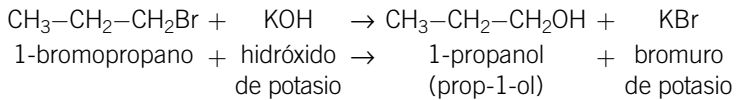
- a) 1-bromopropano +  $\text{KOH} \rightarrow \dots$
- b) Ácido acético +  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$

c) Etileno  $\xrightarrow{\text{calor}}$  ...

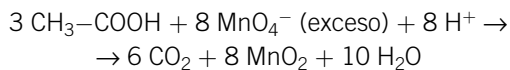
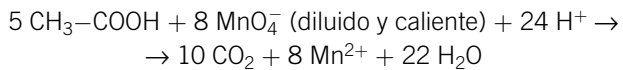
d)  $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} + \text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2 \xrightarrow{\text{calor}}$  ...

(C. F. Navarra, 2005)

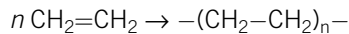
a) Se trata de una reacción de sustitución del grupo halógeno por el grupo hidroxilo:



b) Se trata de una reacción de oxidación de ácidos para dar  $\text{CO}_2$ . El estado de oxidación de todos los carbonos cambia a +4 y, dependiendo de las condiciones, se obtiene  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{Mn}^{2+}$  (con  $\text{KMnO}_4$  diluido y caliente) o  $\text{MnO}_2$  (con  $\text{KMnO}_4$  en exceso):

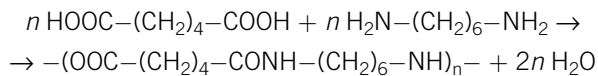


c) Se trata de una reacción de polimerización del eteno o etileno para dar PE, polietileno, que puede ser de alta densidad (PEHD) o de baja densidad (PEBD) dependiendo de las condiciones de reacción:



d) Reacción de condensación entre un ácido y una amina para formar aminas.

Concretamente esta reacción es la formación de poliamidas con el ácido hexanodioico y la 1,6 hexanodiamina para dar nailon 6,6:



**47. El polietileno y el PVC son dos polímeros de interés industrial. Se utilizan en la fabricación de tuberías, botellas y prendas impermeables:**

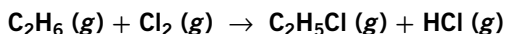
- Formular los monómeros.
- Justificar de qué tipo de polímeros se trata.
- Proponer otro polímero que también tenga interés industrial.
- Uno de los dos polímeros del enunciado es más contaminante porque su reacción de combustión contiene productos peligrosos, ¿cuál es?

- a) El polietileno tiene como monómero al eteno (etileno):  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ . El PVC, policloruro de vinilo, tiene como monómero al cloruro de vinilo (cloroeteno):  $\text{CHCl}=\text{CH}_2$ .
- b) Tanto el polietileno como el policloruro de vinilo son dos polímeros de adición, ya que presentan en sus monómeros dobles enlaces. Se forman por la adición de unos monómeros a otros vía radicalica. De esa manera quedan unidos formando largas cadenas (ver el libro, páginas 335-337).
- c) Los polímeros, según la reacción por la que se forman, pueden ser también de condensación. Un polímero de este tipo muy usado en la industria textil es el nailon 6,6. Se trata de una poliamida formada por la doble condensación entre un ácido dicarboxílico y una diamina (ver el libro, página 339).
- d) En la combustión del PVC se produce cloro, que es una sustancia contaminante.

**48. La polimerización del 2-metil-1,3-butadieno produce una sustancia muy elástica y de propiedades muy parecidas a un polímero natural. Indicar:**

- a) De qué polímero natural estamos hablando.**
- b) La reacción de polimerización del compuesto.**
- c) Justificar de qué tipo de polimerización se trata.**
  - a) Se trata del caucho, que según estudios químicos está compuesto en una gran proporción por isopreno (2-metil-1,3-butadieno o 2-metilbuta-1,3-dieno). (Ver el libro, página 338.)
  - b) Se trata de una polimerización por adición, ya que el monómero contiene dos dobles enlaces. Cuando se produce la reacción quedan todos los monómeros unidos con un doble enlace entre los carbonos 2 y 3, debido a que reacciona como un dieno. (Ver el libro, página 338.)
  - c) Ver el apartado anterior.

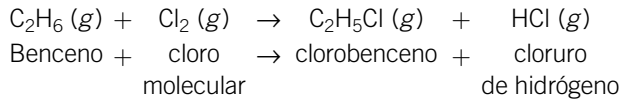
**49. El compuesto HCl se obtiene en la industria como uno de los subproductos de la preparación de derivados halogenados. Una de las reacciones que da lugar a este compuesto es:**



- a) Nombre todos los compuestos implicados en la reacción.**
- b) Indique el tipo de reacción.**
- c) ¿Qué significa que el HCl sea un subproducto de reacción?**
- d) Proponga un procedimiento de obtención de HCl.**

(C. Madrid, 2001)

a) La reacción es:



b) Se trata de una reacción de sustitución electrófila aromática en un sustrato como el benceno. Se sustituye un hidrógeno del anillo por un cloro, liberándose cloruro de hidrógeno.

c) El HCl es un subproducto porque la síntesis principal era la de clorobenceno. El HCl se obtiene asociado al proceso.

d) Lo normal es hacer reaccionar hidrógeno y cloro en estado gaseoso para obtener el cloruro de hidrógeno también en ese estado:

