

## UD. 8 ISOMERÍA y REACCIONES ORGÁNICAS

### ISOMERÍA

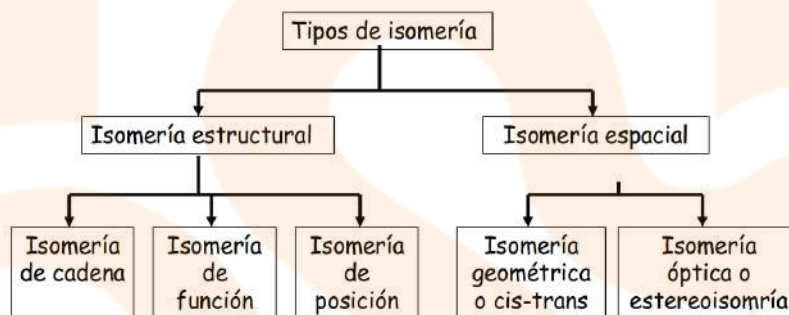
[Cuando se formula un compuesto inorgánico, se hace referencia inequívocamente a un solo compuesto, mientras que, en química orgánica no suele suceder esto. Lo habitual es que una misma fórmula molecular puede corresponder a más de un compuesto. En este caso, hablamos de isomería e isómeros.]

#### 1. DEFINICIÓN

La **isomería** es una propiedad de los compuestos químicos que presentan igual fórmula molecular pero tienen distintas estructuras químicas, y por lo tanto, diferentes propiedades. Los compuestos que cumplen esta condición se les denomina **isómeros**.

#### 2. CLASIFICACIÓN

Existen 2 tipos básicos de isomería: estructural y espacial.



#### 2.1. Isomería Estructural

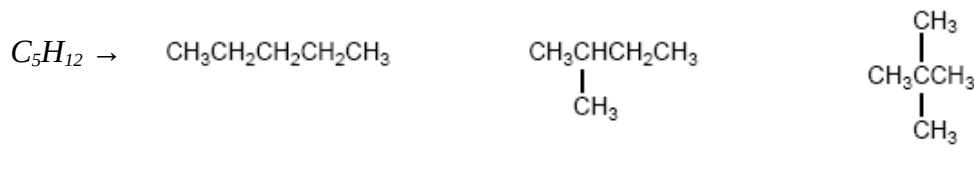
La **isomería estructural** se da entre compuestos con los mismos átomos pero unidos entre sí de forma diferente en uno y otro compuesto.

Estas diferencias en la estructura del esqueleto carbonado permite que se puedan clasificar en:

##### ➤ Isomería de Cadena

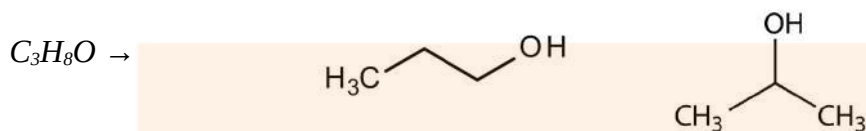
**Isomería de cadena:** compuestos con la misma fórmula molecular e igual grupo funcional, pero con la estructura de la cadena diferente (puede ser lineal, ramificada...)

Ocurre a partir de compuestos con 4 átomos de carbono.



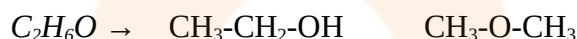
➤ **Isomería de Posición:**

La **isomería de posición** la presentan compuestos con la misma fórmula molecular y que tienen el mismo grupo funcional colocado en diferente posición en la cadena carbonada.



➤ **Isomería de Función:**

La **isomería de función** se da entre compuestos con la misma fórmula molecular pero con distintos grupos funcionales.



## 2.2. Isomería Espacial

La **isomería espacial** o **estereoisomería** la presentan aquellas moléculas que, con la misma fórmula molecular y estructura, tienen diferente distribución espacial de sus átomos

Los tipos principales de estereoisomería son:

➤ **Isomería Geométrica:**

La **isomería geométrica** o **cis-trans** se produce debido a que los sustituyentes de los átomos de carbonos que forman un doble enlace (o los carbonos contiguos en un ciclo) en una molécula pueden unirse con orientaciones espaciales diferentes.

Este tipo de isomería se debe a que no es posible la libre rotación de los átomos alrededor del eje del doble enlace y para que ocurra deben cumplirse 2 condiciones:

- que la molécula tenga un doble enlace carbono-carbono.
- que los sustituyentes unidos a cada uno de los átomos de carbono implicados en el doble enlace sean distintos.

Las distribuciones espaciales posibles son dos, la forma *cis* y la *trans*. En la primera, los átomos de hidrógeno de cada átomo de carbono del doble enlace se encuentran situados en una misma región del espacio con respecto al plano que contiene el doble enlace. En la segunda, los sustituyentes afectados se encuentran en distinta región del espacio.

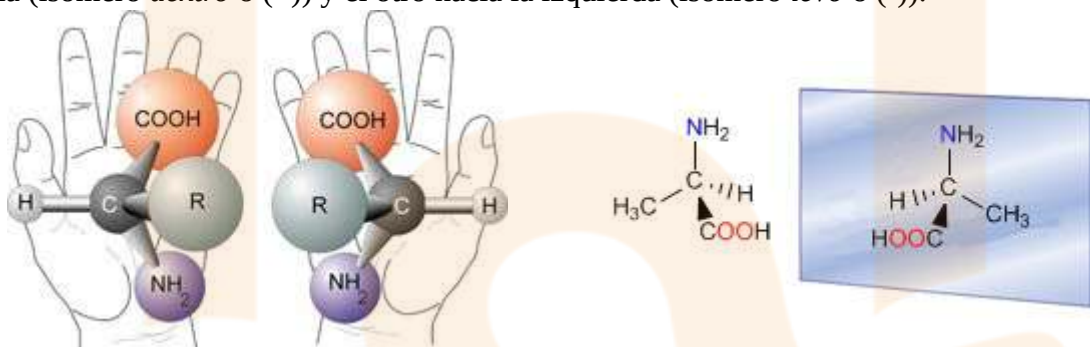


➤ **Isomería Óptica:**

La **isomería óptica** se da en moléculas con átomos de carbonos asimétricos o **quirales**, es decir, unidos a cuatro sustituyentes distintos.

Los 2 isómeros que surgen de un átomo de carbono quiral se denominan **enantiómeros**, y son imágenes especulares uno respecto del otro.

Los 2 compuestos poseen idénticas propiedades tanto físicas como químicas, salvo el distinto comportamiento frente a la luz polarizada. Uno desvía el plano de polarización de la luz hacia la derecha (isómero *dextro* o (+)) y el otro hacia la izquierda (isómero *levo* o (-)).



Una mezcla equimolecular (de la misma concentración) de los 2 enantiómeros de la misma molécula se denomina **mezcla racémica**, y es ópticamente inactiva, ya que se compensa el giro dextrógiro de un enantiómero con el levógiro del otro. Ésta, es la única diferencia en cuanto a propiedades respecto de los enantiómeros por separado.

## REACCIONES ORGÁNICAS

[La reactividad orgánica es muchísimo más amplia que la inorgánica, puesto que cada grupo funcional va a sufrir un número determinado de reacciones, pudiendo participar en éstas como reactivos o como productos. Además, dependiendo de medio en el que ocurran, nos podemos encontrar que la misma reacción origina productos diferentes.]

### 3. INTRODUCCIÓN

En general, la reactividad de los compuestos orgánicos depende básicamente de los grupos funcionales que forman parte de la molécula. Así, las zonas de las cadenas que solo poseen enlaces sencillos entre C-C y C-H serán muy poco reactivas; pero la existencia de insaturaciones (C=C y C≡C) y/o la unión del carbono a elementos de mayor electronegatividad (C-Cl; C=O; C-OH; C≡N...) genera zonas que favorecen el ataque de diferentes reactivos.

### 4. GLOSARIO

Antes de entrar a detallar los tipos de reacciones, es conveniente definir una serie de términos:

- **Carbono primario:** se denomina así al átomo de carbono que está unido a otro carbono y a 3 hidrógenos.  
Análogamente se definen *carbono secundario*, *terciario* y *cuaternario*.
- **Serie homóloga:** conjunto de compuestos químicos que tienen el mismo grupo funcional pero se diferencian entre sí en que al pasar de un compuesto a otro de la serie el número de carbonos en la cadena principal aumenta en uno:  
$$\text{CH}_4; \text{CH}_3\text{-CH}_3; \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3; \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3\text{...}$$
- **Sustrato:** la especie química que está siendo modificada al reaccionar con ciertos reactivos; es la que sufre cambio estructural o cambio de grupo funcional.
- **Reactivo atacante:** especie química que origina la formación de nuevos enlaces.
- **Nucleófilo:** compuesto que reacciona cediendo un par de electrones libres a otra especie.
- **Electrófilo:** compuesto que reacciona ganando un par de electrones de otra especie.
- **Grupo saliente:** es un átomo o grupo de átomos del sustrato que es desplazado por un átomo o grupo de átomos aportados por el reactivo atacante.
- **Grado de insaturación** en compuestos orgánicos: número que indica el número de enlaces  $\pi$  y/o anillos que tiene un compuesto. Se calcula como:  $n^\circ \text{ ins} = C + 1 - \frac{H}{2} - \frac{X}{2} + \frac{N}{2}$  Los dobles enlaces cuentan como uno, los triples como 2 y los ciclos como 1.

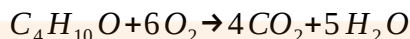
Una primera clasificación de la gran variedad de reacciones químicas orgánicas es la siguiente:

- **Combustión:** reacción con oxígeno para dar  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  siempre que el compuesto sea del tipo  $\text{C}_x\text{H}_y$  o  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ .
- **Sustitución:** un grupo entrante sustituye a un grupo saliente.
- **Adición:** un grupo se añade a un doble (o triple) enlace, que pasa a simple (o doble).
- **Eliminación:** un grupo es eliminado y se forma un enlace doble o triple.
- **Redox:** aumenta el número de oxígenos unidos a un C (oxidación) o el de H (reducción).
- **Condensación:** se unen dos moléculas para dar otra, con posible pérdida de moléculas pequeñas como el  $\text{H}_2\text{O}$ .

## 5. REACCIONES DE COMBUSTIÓN

Las **reacciones de combustión** son reacciones de un compuesto orgánico con oxígeno (normalmente en exceso).

Habitualmente se necesita calor para iniciar la reacción.



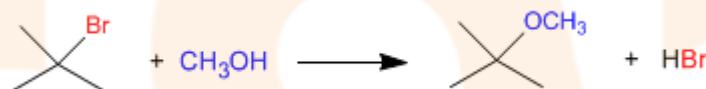
## 6. REACCIONES DE SUSTITUCIÓN

Las **reacciones de sustitución** consisten en el cambio de un átomo o grupo de átomos por otro u otros.

Su esquema sería:



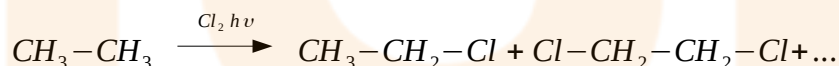
Por ejemplo:



[No estudiar]

Según sea la ruptura del enlace  $R-X$ , estas reacciones de sustitución pueden dividirse en:

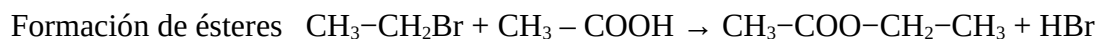
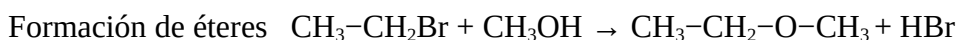
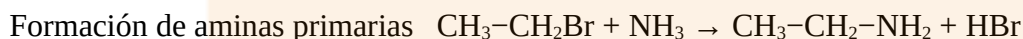
- a) **Sustituciones radicálicas**: Se producen a través de radicales libres y son típicas de los hidrocarburos saturados. La reacción se realiza en fase gaseosa y se van sustituyendo los átomos de hidrógeno del hidrocarburo por otros átomos o grupos atómicos como el  $Cl$ , el  $Br$ , el  $I$ , el  $NO_2$ , etc. Como los choques entre radicales y moléculas son aleatorios, se suele obtener una mezcla de productos tan variada que es muy difícil separar uno de otros y obtener sustancias puras, por lo que es un tipo de reacción poco utilizada.



- b) **Sustituciones nucleófilas**: Se producen cuando un reactivo nucleófilo sustituye a un átomo o grupo atómico electronegativo,  $X$ , que está unido a un carbono del sustrato.

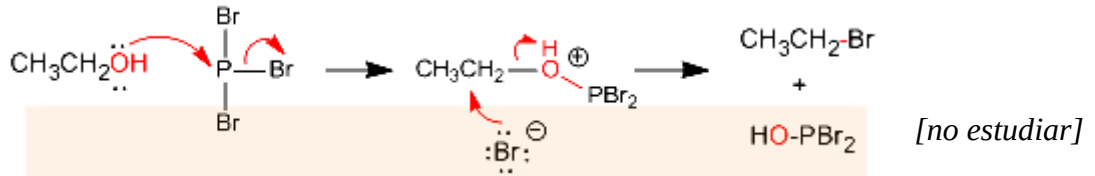
Ejemplos:

Derivados de halógenos:



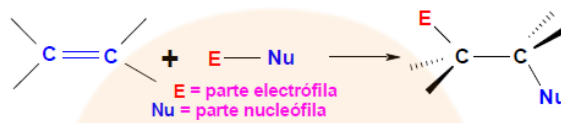
El proceso no se da en una sola etapa, sino que se necesitan varios pasos para llegar al compuesto final.

Así por ejemplo, en la obtención de halogenuros de alquilo a partir de alcoholes los pasos fundamentales son: [no estudiar]

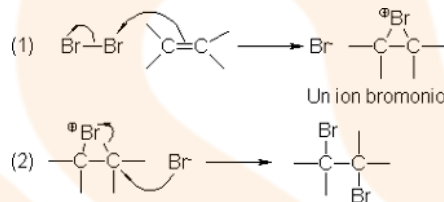


### 7. REACCIONES DE ADICIÓN

En un doble o triple enlace, los enlaces  $\pi$  son más débiles que los enlaces  $\sigma$ , por eso pueden ser atacados más fácilmente por diversos reactivos, provocando la ruptura de dicho enlace y la posterior formación de dos enlaces sencillos con los 2 componentes del reactivo:



Mecanismo:



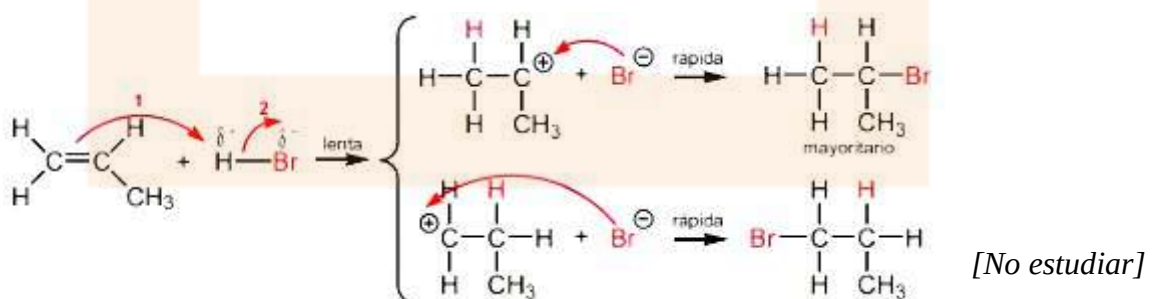
[no estudiar]

Los reactivos que se pueden adicionar son muy variados: halógenos, agua, hidrácidos, hidrógeno...

Cuando el reactivo es asimétrico ( $H$  con otra especie química:  $HX$ ,  $H_2O$ ,  $HCN$ ...), se pueden formar dos isómeros, pero experimentalmente se comprueba que siempre uno está en mayor proporción.

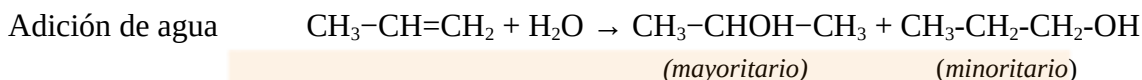
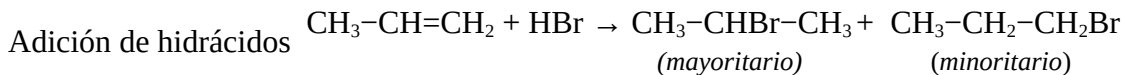
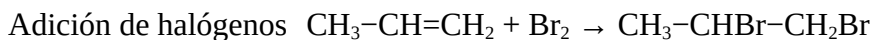
Para predecir el compuesto que se obtiene en mayor proporción, se sigue la **regla de Markovnikov** :

**Regla de Markovnikov:** cuando se adiciona un reactivo asimétrico que tenga hidrógeno sobre un enlace múltiple carbono-carbono, el  $H$  se une al átomo de carbono más hidrogenado.

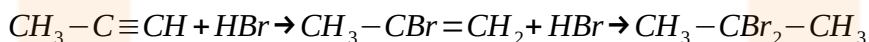


[Esto es debido a que el catión formado es más estable cuanto menos hidrógenos tenga, porque los  $C$  unidos al  $C^+$  estabilizan la carga.]

Ejemplos:



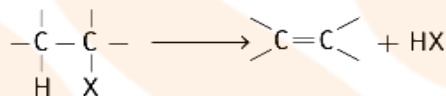
En los alquinos, las reacciones son similares a las anteriores y también se cumple la regla de Markovnikov; y si el reactivo está en exceso se puede adicionar 2 veces, por ejemplo:



[Reacción planteada sólo con los productos mayoritarios]

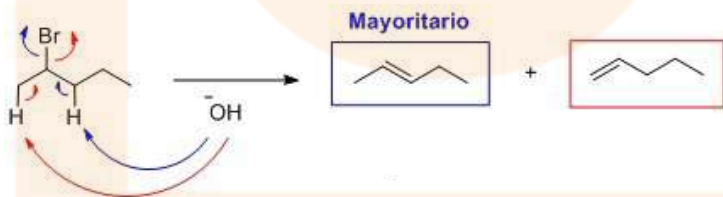
### 8. REACCIONES DE ELIMINACIÓN

Se pueden considerar reacciones inversas a las de adición, ya que se eliminan moléculas pequeñas ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_3$ ...) a partir de átomos o grupos atómicos situados en carbonos contiguos dentro de la molécula de sustrato, y se forman dobles o triples enlaces.



En las reacciones de eliminación también se pueden obtener 2 alquenos, pero experimentalmente se comprueba que la mayor proporción se obtiene del más sustituido. Es lo que pronostica la

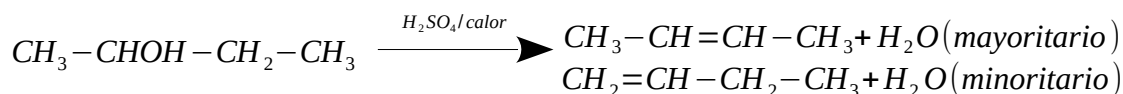
**Regla de Saytzeff:** en las reacciones de eliminación, el hidrógeno sale del carbono adyacente al grupo funcional que tiene menos hidrógenos.



[no estudiar]

Ejemplos de estos tipos de reacciones son:

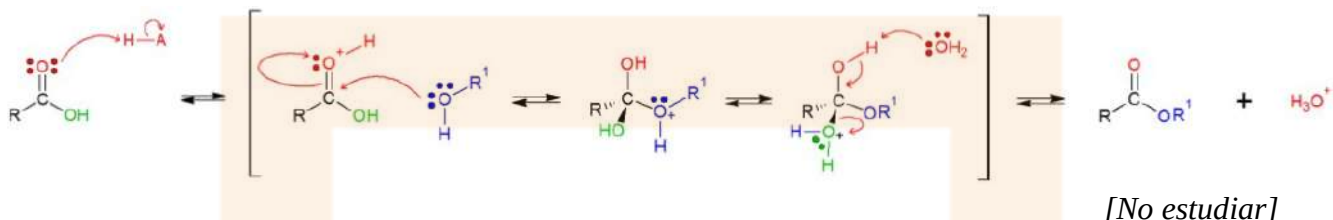
Deshidratación de alcoholes [la mayoría de las reacciones de eliminación serán de este tipo]:



Transformación de un derivado halogenado en un alqueno:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{CH}_2=\text{CH}_2$

### 9. REACCIONES DE ESTERIFICACIÓN

Son reacciones entre ácidos carboxílicos y alcoholes en presencia de un catalizador ácido para obtener un éster, eliminándose una molécula de agua en el proceso.

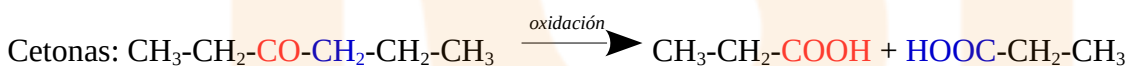
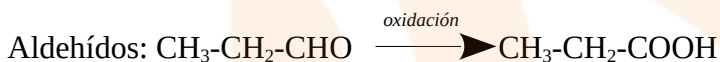
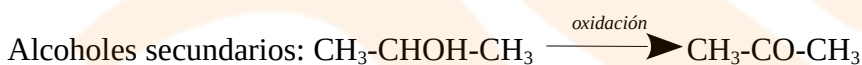
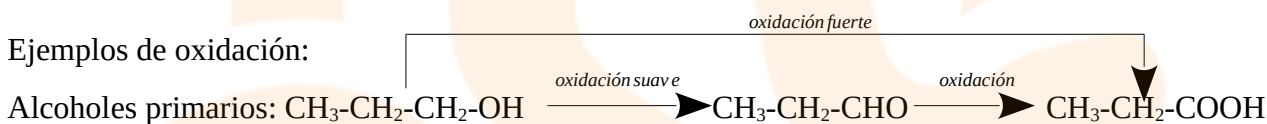


### 10. REACCIONES REDOX

En los compuestos orgánicos se entiende por oxidación cuando un átomo de carbono gana oxígenos y la reducción la ganancia de hidrógenos.

[Estos conceptos de oxidación y reducción son únicamente válidos para los compuestos orgánicos]

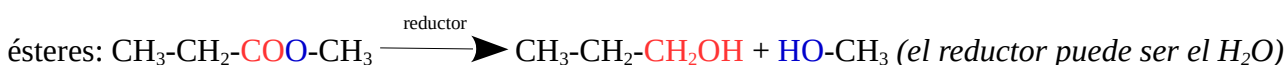
Ejemplos de oxidación:



Oxidantes típicos son el  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  y el  $\text{KMnO}_4$ .

En aquellos casos en los que se requiera una oxidación suave (por ejemplo, el paso de alcoholes primarios a aldehídos) el empleo de oxidante tiene que ser en condiciones suaves (diluido o a baja temperatura, por ejemplo), cuando se necesite una oxidación enérgica, el oxidante se empleará concentrado y la mayoría de las veces será el permanganato.

Ejemplos de reducción:



Reductores típicos son  $\text{H}_2/\text{Pt}$ ,  $\text{LiAlH}_4$  o  $\text{NaBH}_4$ .



**RELACIÓN DE PROBLEMAS**

1. 4 gramos de un compuesto orgánico formado por C, H y O se queman en exceso de oxígeno obteniéndose 9,10 g de dióxido de carbono y 3,72 g de agua.  
2 g de ese compuesto en condiciones normales ocupa 0,772 litros.  
a) Determina la fórmula empírica y molecular de dicho compuesto.  
b) Construye 2 isómeros de posición a partir de la fórmula molecular presentando uno de ellos isomería espacial.

Datos:  $C = 12 \text{ u}$ ;  $O = 16 \text{ u}$ ;  $H = 1 \text{ u}$ .  $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

2. Un compuesto orgánico tiene la siguiente composición centesimal: C=55,81% H=6,98% y O=37,21%.  
Si la densidad del compuesto medida a 327°C y 2,5 atmósferas es de 3,37 g/l, determina la fórmula molecular del mismo.

Nombra los posibles compuestos obtenidos suponiendo que posee un solo grupo funcional, que puede tener insaturaciones y no es cíclico.

Datos:  $C = 12 \text{ u}$ ;  $O = 16 \text{ u}$ ;  $H = 1 \text{ u}$ .  $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

3. La combustión de 2,75 g de compuesto orgánico que contiene C, H y O originan 6,32 g de dióxido de carbono y 2,52 g de agua.

a) ¿Cuál es su fórmula empírica?

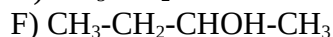
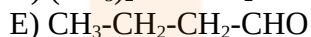
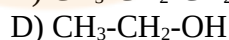
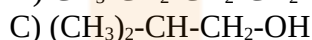
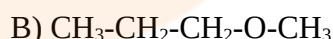
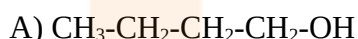
Si en 3 gramos de dicho compuesto hay  $1,557 \cdot 10^{22}$  moléculas:

b) determine la fórmula molecular.

c) Formule y nombre un posible isómero de ese compuesto.

Datos:  $C = 12 \text{ u}$ ;  $O = 16 \text{ u}$ ;  $H = 1 \text{ u}$ .  $N_A=6,022 \cdot 10^{23}$

4. Del siguiente conjunto de compuestos, señala:  
a) Los que pertenecen a la misma serie homóloga.  
b) Los que tienen el mismo grupo funcional.  
c) Los que son isómeros.



5. Menciona un grupo funcional que sea isómero de un aldehído. Pon un ejemplo.
6. A partir de la fórmula  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  escribe, si existen, 1 isómero estructural de cada tipo.
7. Justifica por qué la molécula  $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$  presenta isomería óptica.
8. Escribe y nombra todas las posibles moléculas que tienen como fórmula empírica  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  (excluir las estructuras cíclicas).
9. Escribe todos los isómeros de los compuestos de fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

10. Para cada especie química indica:

- un isómero de posición:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$
- un isómero de función:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$
- un isómero de cadena:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$
- los isómeros geométricos:  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$
- un isómero de posición y cadena de:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-OH}$

¿Cuáles pueden presentar isomería óptica?  $\text{CH}_3$  ¿Y geométrica?

11. Completa las siguientes reacciones de sustitución:

- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br} + \text{NaOH} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Cl} + \text{KCN} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHBr-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{CH}_3\text{-NH}_2 \rightarrow$

12. Completa las siguientes reacciones de adición:

- $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow$
- $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2(\text{exceso}) \rightarrow$

13. Señala qué tres alquenos conducen, por hidrogenación, al 2-metilbutano.

14. Completa las siguientes reacciones de adición:

- $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow$
- $(\text{CH}_3)_2\text{-C=CH-CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2 + \text{HCN} \rightarrow$

15. Completa las siguientes reacciones de eliminación:

- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{H}_2\text{SO}_4/\text{calor} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4/\text{calor} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4/\text{calor} \rightarrow$
- $(\text{CH}_3)_2\text{-COH-CH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4/\text{calor} \rightarrow$

16. Completa las siguientes reacciones de esterificación:

- $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{-OH} \xrightarrow{\text{H}^+} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \xrightarrow{\text{H}^+} \rightarrow$
- $\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \xrightarrow{\text{H}^+} \rightarrow$

17. Completa las siguientes reacciones indicando de qué tipo son:

- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{oxidante fuerte} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3 + \text{oxidante} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{KMnO}_4 \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{KMnO}_4(\text{diluido/baja T}) \rightarrow \text{compuesto A} + \text{KMnO}_4(\text{concentrado}) \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{reductor} \rightarrow$
- $\text{OHC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{reductor} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{LiAlH}_4 \rightarrow$

18. 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.
19. Escribe completas, nombrando los productos, las siguientes reacciones:
- 1-buteno + HBr →  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
  - Ácido propanoico + etanol →  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
  - Oxidación suave de 2-propanol → Propino + H<sub>2</sub> (exceso) + catalizador →
  - Deshidratación de 1-butanol →
20. Para el siguiente compuesto:
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$$
- Indique su nombre.
  - Escriba su reacción con HI e indique el nombre del producto mayoritario.
  - Formule y nombre los isómeros de posición del compuesto del enunciado.
21. Escribe un procedimiento para la obtención de la  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$  a partir de  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$

**Problemas Selectividad**

- (2011 O) Formular y nombrar:
  - Un alcohol de tres átomos de carbono cuyo grupo funcional no esté sobre un carbono terminal
  - Un ácido carboxílico de cuatro átomos de carbono
  - El éster que resulta de la combinación de los dos compuestos anteriores
- (2011 E) Una sustancia está constituida por C, H y O. Al calentarla con óxido de cobre(II), el carbono se oxida a dióxido de carbono y el hidrógeno a agua. A partir de 1 g de sustancia se forman 0,9776 g de CO<sub>2</sub> y 0,2001 g de agua. La masa molecular del compuesto es 90.
  - Hallar la fórmula de esta sustancia orgánica
  - Nombrarla.
- (2012 O) Al quemar 2,34 g de un hidrocarburo se forman 7,92 g de dióxido de carbono y 3,24 g de vapor de agua. En condiciones normales, la densidad del hidrocarburo gaseoso es 3,75 g/l
  - Determine su masa molecular
  - Determine su fórmula molecular.
  - ¿Qué volumen de oxígeno gaseoso a 85°C y 700 mm de Hg de presión, se necesita para quemar totalmente los 2,34 g de este hidrocarburo?  
Masas atómicas (u): H=1, C=12, O=16     $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- (2012 O) Escriba las fórmulas semidesarrolladas e indique el tipo de isomería que presentan entre sí las siguientes parejas de compuestos:
  - propanal y propanona
  - but-1-eno y but-2-eno
  - 2,3-dimetilbutano y 3-metilpentano
  - etilmetiléter y propan-1-ol
- (2012 E) Se quema una muestra de 0,210 gramos de un hidrocarburo gaseoso de cadena lineal y se obtienen 0,660 gramos de dióxido de carbono. Calcule:
  - La fórmula empírica del hidrocarburo.
  - La fórmula molecular si su densidad en condiciones normales es de 1,876 gr/L. ¿Cuál es el nombre del compuesto?  
Masas atómicas (u): H=1, C=12, O=16     $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- (2013 O)
  - Formular o nombrar, según proceda, los siguientes compuestos orgánicos:  
1) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH; 2) pentan-2-ona; 3) dietil-éter (etoxietano); 4) ClCH=CHCl; 5) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CHOH-CH<sub>3</sub> ;
  - ¿Qué producto se obtiene en la oxidación de un alcohol secundario?. Proponer un ejemplo.
- (2013 O) ¿Qué se entiende por isomería? Para cada tipo de isomería conocido proponer un ejemplo aclaratorio.

8. (2013 E)
- Definir isomería de cadena y poner un ejemplo.
  - Escribir y nombrar un isómero de función del etanol o alcohol etílico.
9. (2013 E) Una sustancia está constituida por C, H y O. Al reaccionar con oxígeno, el carbono se oxida a dióxido de carbono y el hidrógeno a agua. A partir de 1 g de sustancia se forman 0,9776 g de CO<sub>2</sub> y 0,2001 g de agua. La masa molecular del compuesto es 90. Hallar la fórmula de esta sustancia orgánica y nombrarla.  
Masas atómicas (u): C = 12,0; O = 16,0; H = 1,0
10. (2014 O) Del siguiente conjunto de compuestos, indicar:
- Los que tienen la misma cadena carbonada;
  - Los que tienen el mismo grupo funcional;
  - Los que tienen alguna insaturación;
  - Los que son isómeros.
- 1) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>COOH; 2) CH<sub>3</sub>-CH=CH-COOH; 3) CH<sub>3</sub>-O-CH<sub>2</sub>-CHO; 4) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH
11. (2014 E) La combustión de 0,4356 g de un compuesto orgánico oxigenado, de masa molar 60, origina 0,9580 g de CO<sub>2</sub>, y 0,5218 g de H<sub>2</sub>O.
- ¿Cuál es la fórmula molecular del compuesto?
  - Escribir las fórmulas semidesarrolladas de sus isómeros y nombrarlos.
12. (2014 E) Un alcohol tiene una composición centesimal de 64,87% de C; 13,51 % de H y 21,62% de O. Determinar:
- su fórmula empírica;
  - su fórmula molecular sabiendo que cuando se vaporizan 18,50 g del alcohol, a 150°C ocupan un volumen de 8,8 L a la presión de 750 mm Hg;
  - proponer dos isómeros de esta fórmula y nombrarlos.
- Masas atómicas (u): H=1,0; C=12,0; O=16,0 R=0,082 atm·l·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>
13. (2015 O)
- Dada la fórmula molecular C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>, ¿a qué compuesto o compuestos de los indicados a continuación corresponde? 1) Ácido butanóico; 2) Butanodiol; 3) Butano-1,4-diol; 4) Ácido 2-metil propanoico.
  - Escribir las fórmulas semidesarrolladas de los cuatro compuestos anteriores.
14. (2015 E) Completar, nombrando el compuesto final e indicando el tipo de reacción, las reacciones siguientes:
- CH<sub>3</sub>-CH=CH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{H^+}$
  - C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> + O<sub>2</sub> →
  - CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> + Br<sub>2</sub> →
  - CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH  $\xrightarrow{H_2SO_4/calor}$

15. (2016 O) Escribir las fórmulas e indicar el tipo de isomería que presentan las siguientes parejas de compuestos:
- Etanol/Dimetiléter;
  - 1-Butanol (butan-1-ol)/2-Butanol (butan-2-ol)
  - Pentano/Metilbutano
  - Ácido propanóico/Etanoato de metilo.
16. (2016 E) Un compuesto orgánico contiene C, H y O. Cuando se produce la combustión completa, con oxígeno, de 28,2 g del compuesto orgánico, se producen 40,5 g de CO<sub>2</sub> y 16,7 g de H<sub>2</sub>O.
- Determinar la fórmula empírica y molecular del compuesto orgánico, sabiendo que dicha sustancia en estado gaseoso tiene una densidad de 2,4 g·L<sup>-1</sup> a una presión de 750 mm Hg y a 27°C de temperatura.
  - Proponer dos compuestos posibles con esta fórmula molecular, indicando sus nombres. Masas atómicas(u):H=1, C=12, O=16. R=0,082 atm·l·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>
17. (2016 E) Completar las siguientes reacciones, nombrando los compuestos que se obtienen:
- |  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| a) CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH                          | $\xrightarrow{H_2SO_4/80^\circ}$ | c) CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O (en medio ácido) |
| b) CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> OH + CH <sub>3</sub> -COOH |                                  | d) CH <sub>3</sub> -CH=CH <sub>2</sub> + Br <sub>2</sub>                |
18. (2017 O)
- Justificar la reacción que se produce al tratar eteno con Br<sub>2</sub>. Formular y nombrar el producto resultante.
  - Formular y nombrar los productos de oxidación (con KMnO<sub>4</sub>, en medio básico) y de deshidratación (con calor, en medio ácido) del propan-2-ol, respectivamente.
19. (2017 O) Para determinar la fórmula de un compuesto orgánico oxigenado, se queman 5,8 g del mismo y se obtienen 13,2 g de CO<sub>2</sub> y 5,4 g de H<sub>2</sub>O.
- Determinar la fórmula empírica de este compuesto.
  - Razonar su fórmula molecular, sabiendo que presenta isomería cis-trans y que es un gas ideal cuya densidad es 0,791 g·L<sup>-1</sup>, medida a 400 K y 0,447 atm. Nombrar este compuesto.
- Masas atómicas (u): H=1; C=12; O=16. R=0,082 atm·L·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>.
20. (2017 E)
- Definir isomería.
  - Explicar las isomerizaciones de cadena, de posición y de función.
  - Proponer un ejemplo de cada una de ellas, nombrando todos los compuestos utilizados.
21. (2017 E) Explicar cómo reacciona el propeno con las siguientes sustancias, nombrando los productos obtenidos.
- Cl<sub>2</sub>; b) HCl y c) H<sub>2</sub>O (en medio ácido, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
22. (2018 O)
- Justificar las diferencias que se producen en las reacciones del butan-2-ol con un oxidante fuerte (KMnO<sub>4</sub>) o con oxígeno (O<sub>2</sub>).
  - Nombrar los dos tipos de reacciones y los productos que se producen.

23. (2018 O) Formular y nombrar:
- un isómero de función del butan-1-ol.
  - un isómero de posición del but-1-eno.
  - un isómero de cadena del butano.
24. (2018 E) Se dispone de 2,81 g de un compuesto orgánico oxigenado. Por combustión de esta muestra, se producen 5,75 g de dióxido de carbono y 1,76 g de agua. Además se sabe que 17,2 g de este compuesto orgánico contienen  $1,204 \cdot 10^{23}$  moléculas.
- Determinar la fórmula empírica y hallar la fórmula molecular;
  - Escribir y nombrar un isómero del compuesto orgánico.
- Masas atómicas (u): H=1; C=12; O=16.  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .
25. (2018 E)
- Escribir las fórmulas de las siguientes moléculas: 1) 2,3-diclorobutano; 2) 2,3-diclorobut-2-eno; 3) 4,4-dimetilpent-2-ino e indicar aquellas que presenten isomería geométrica (cis-trans) y escribir la fórmula de estos isómeros.
  - escribir y nombrar el compuesto que se forma al calentar suavemente etanol en presencia de ácido sulfúrico concentrado, indicando el tipo de reacción descrita.
26. (2019 O) Nombrar el compuesto que se obtiene mayoritariamente, e indicar el tipo de reacción que se produce:
- Al calentar  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$  en presencia de ácido  $\rightarrow$
  - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
  - $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow$
27. (2019 O) Nombrar, indicando el tipo de isomería, los siguientes pares de compuestos:
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO} / \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$
  - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 / \text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$
  - $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3 / \text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH-CH}_3$
28. (2019 E)
- a) Dada la fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ , escribir y nombrar tres posibles isómeros.
  - Completa la reacción, nombrando el producto final  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} \rightarrow$
29. (2019 E) Por combustión de 2,0 gramos de un hidrocarburo ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ) se obtienen 6,29 gramos de  $\text{CO}_2$ . Si la densidad del hidrocarburo en estado gaseoso es  $1,78 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ , a 287,8 K y 1 atmósfera de presión. Determinar:
- La fórmula empírica y molecular del hidrocarburo.
  - Indicar si el hidrocarburo es saturado o insaturado, y formular un isómero.
- $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ; Masas atómicas (u): C=12; H=1
30. (2020 O) Se sabe que un compuesto orgánico ( $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ ) contiene un 22,22% de oxígeno. Además, por combustión de 14,4 g del compuesto se obtienen 35,2 g de  $\text{CO}_2$ .
- Determinar su fórmula empírica.
  - Hallar la fórmula molecular si 36 g del compuesto orgánico contienen  $3,011 \cdot 10^{23}$  moléculas.
  - Nombrar dos isómeros de dicho compuesto.
- $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ ; Masas atómicas (u): H = 1; C = 12; O = 16.

31. (2020 E)

- a) a) Escribir la fórmula desarrollada de los siguientes compuestos:  
1) butanal; 2) ácido etanoico; 3) benceno; 4) propeno; 5) etanol.
- b) b) Indicar el tipo de reacción que se produce y nombrar el producto que se obtiene mayoritariamente cuando se mezclan  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow$

