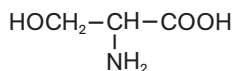


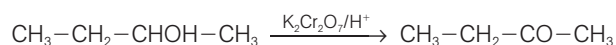
## EJERCICIOS PROPUESTOS

18.1 Identifica los grupos funcionales que contiene un compuesto, de gran importancia biológica, llamado serina, cuya fórmula es:

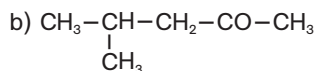
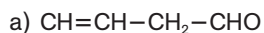


Alcohol (primario), ácido carboxílico y amina (primaria).

18.2 Escribe la ecuación de la oxidación del 2-butanol con dicromato de potasio en medio ácido.



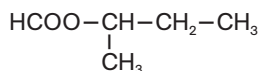
18.3 Identifica los compuestos siguientes como aldehídos o cetonas, y nómbralos.



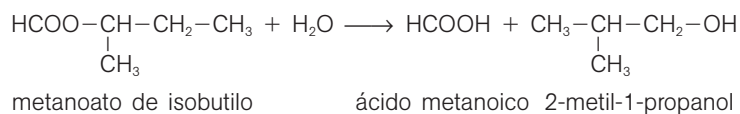
a) Aldehído: 3-butenal.

b) Cetona: 4-metil-2-pentanona.

18.4 Escribe la ecuación de la hidrólisis ácida del metanoato de isobutilo, un éster con olor a frambuesas.



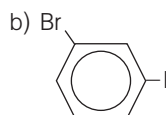
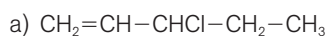
metanoato de isobutilo



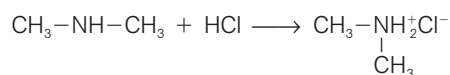
18.5 Escribe las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes halogenuros de alquilo:

a) 3-cloro-1-penteno.

b) 1-bromo-3-yodobenceno.



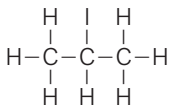
18.6 Escribe la ecuación de la reacción de la dimetilamina con el ácido clorhídrico, HCl.



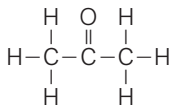
18.7 Escribe la fórmula desarrollada de:

- Un isómero de posición del 1-yodopropano.
- Un isómero de función del propanal.
- Un isómero de cadena del ciclohexano.

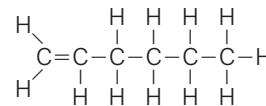
a) 2-yodopropano



b) Propanona



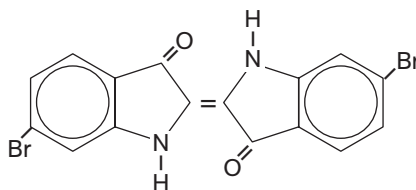
c) 1-hexeno



## EJERCICIOS Y PROBLEMAS

### GRUPOS FUNCIONALES

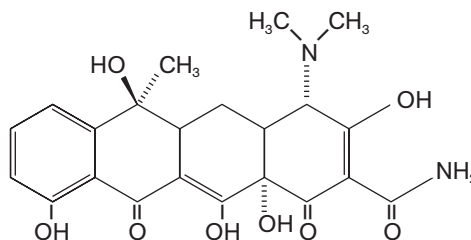
18.8 Uno de los colorantes históricos más famosos es la púrpura de Tiro, que en tiempos del Imperio romano estaba reservado a la clase dirigente (de ahí el término "púrpura real"). Se obtiene de las conchas del molusco Murex Brandaris y su fórmula estructural es:



Identifica los grupos funcionales presentes en la molécula de púrpura de Tiro.

Halogenuro de arilo, amina (secundaria), carbonilo (cetona) y alqueno.

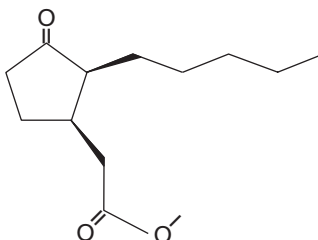
18.9 La tetraciclina es un antibiótico cuya fórmula estructural es:



Identifica todos los grupos funcionales presentes en la molécula de tetraciclina.

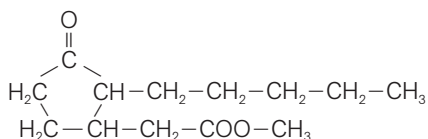
Alcohol (terciario), fenol, carbonilo (cetona), amida (primaria), amina (terciaria) y alqueno.

18.10 A veces se escribe la fórmula estructural de un compuesto orgánico omitiendo los átomos de carbono y los hidrógenos unidos a estos. Con este criterio, la fórmula de la hediona, componente del perfume Eau Sauvage de C. Dior es:



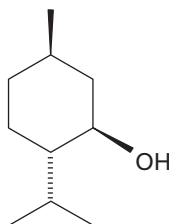
- Escribe su fórmula estructural sin omitir ningún átomo y determina la fórmula molecular.
- ¿Qué grupos funcionales posee?

a)

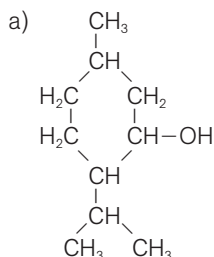


b) Carbonilo (cetona) y éster.

- 18.11 El mentol es un alcohol de sabor refrescante y herbáceo que se encuentra en la menta piperita (y en las pastillas Juanola). Su fórmula es:



- a) Escribe su fórmula estructural sin omitir ningún átomo.  
 b) Indica si se trata de un alcohol primario, secundario, terciario o un fenol.



- b) Se trata de un alcohol secundario, ya que el grupo OH está unido a un átomo de carbono secundario (unido a otros dos átomos de carbono por sendos enlaces sencillos).

#### NOMENCLATURA DE LOS GRUPOS FUNCIONALES

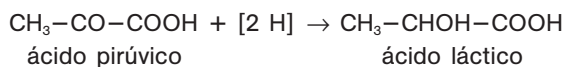
- 18.12 El etilenglicol,  $\text{HOCH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ , se emplea mucho como anticongelante. Es muy tóxico, ya que se metaboliza a ácido oxálico,  $\text{HOOC}-\text{COOH}$ , el cual produce graves daños renales. Para evitar intoxicaciones por ingesta accidental del etilenglicol, se está empezando a utilizar como anticongelante el 1,2-propanodiol, que no es tóxico para los seres humanos.

- a) Escribe los nombres sistemáticos del etilenglicol y del ácido oxálico.  
 b) Escribe la fórmula del 1,2-propanodiol.

a) Etilenglicol: 1,2-etanodiol. Ácido oxálico: ácido etanodioico.

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

- 18.13 Durante el ejercicio anaeróbico (en ausencia de oxígeno), el ácido pirúvico en los músculos se transforma en ácido láctico produciendo las conocidas agujetas:



¿Cuáles son los nombres sistemáticos del ácido pirúvico y del ácido láctico?

Ácido pirúvico: ácido 2-oxopropanoico.

Ácido láctico: ácido 2-hidroxipropanoico.

- 18.14 Los siguientes compuestos son ésteres responsables del olor de las frutas indicadas. Formúlalos.

- a) Etanoato de pentilo (plátano).  
 b) Etanoato de octilo (naranja).  
 c) Propanoato de pentilo (albaricoque).  
 d) Butanoato de metilo (manzana).
- a)  $\text{CH}_3-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   
 b)  $\text{CH}_3-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   
 c)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   
 d)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{CH}_3$

18.15 Los siguientes compuestos, cuyos nombres comunes se indican, se utilizan como anestésicos. Escribe su nombre sistemático:

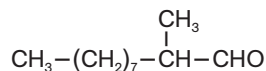
a) Halotano o fluotano:  $F_3C-CClBrH$ .

b) Avertina:  $Br_3C-CH_2OH$ .

a) 2-bromo-2-cloro-1,1,1-trifluoroetano.

b) 2,2,2-tribromoetanol.

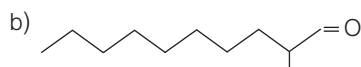
18.16 El siguiente compuesto es un componente del famoso perfume Chanel n.º 5, debido a su aroma con notas florales.



a) Indica cuál es su nombre sistemático IUPAC.

b) Escribe su fórmula omitiendo los átomos de carbono y de hidrógeno unidos a estos.

a) 2-metildecanal.



18.17 Escribe la fórmula estructural de los siguientes compuestos, cuyos olores se indican:

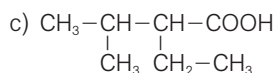
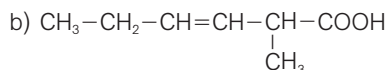
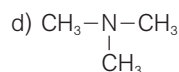
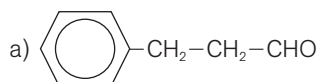
a) 3-fenilpropanal (olor a jacintos).

b) Ácido 3-metil-2-hexenoico (causante del mal olor corporal).

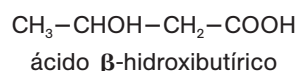
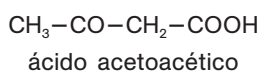
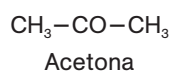
c) Ácido 2-etil-3-metilbutanoico (aroma del ron).

d) Trimetilamina (olor a pescado).

e) Butanodiona (olor de la mantequilla).



18.18 La cetosis es una enfermedad caracterizada por la presencia en la orina de los compuestos siguientes, a los que se denomina, colectivamente, cuerpos cetónicos:



a) ¿Son los tres cuerpos cetónicos realmente cetonas?

b) Escribe sus nombres sistemáticos.

a) Solo la acetona y el ácido acetoacético son cetonas.

b) Acetona: propanona.

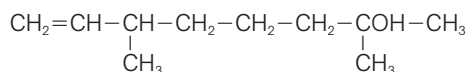
Ácido acetoacético: ácido 3-oxobutanoico.

Ácido  $\beta$ -hidroxibutírico: ácido 3-hidroxibutanoico.

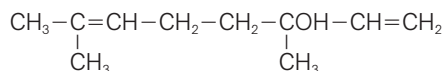
18.19 Los siguientes compuestos contienen el grupo OH. Escribe sus fórmulas e indica cuál o cuáles son un alcohol primario.

- 2,6-dimetil-7-octen-2-ol (dihidromircenol), componente del perfume Cool Water de Davidoff.
- 3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol (linalool), sustancia de olor y sabor amaderado y cremoso que se encuentra en el espliego y la mejorana.
- 2-isopropil-5-metilfenol (timol), componente del aceite esencial de tomillo.
- 3,7,11-trimetil-2,6,10-dodecatrien-1-ol (farnesol), un pesticida natural para ácaros y feromona de varios insectos.

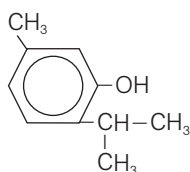
a) Alcohol terciario.



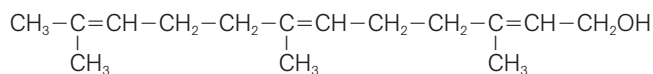
b) Alcohol terciario.



c) Fenol.

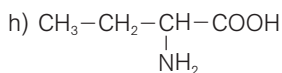
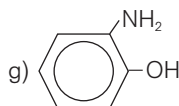
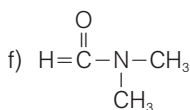
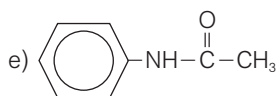
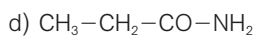
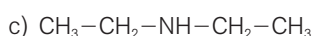
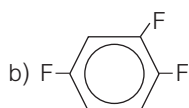
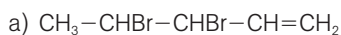


d) Alcohol primario.



18.20 Formula los siguientes compuestos:

- 3,4-dibromo-1-penteno.
- 1,2,4, trifluorobenceno.
- Dietilamina.
- Propanamida.
- N-feniletanamida.
- N,N-dimetilmetanoamida.
- 2-aminofenol.
- Ácido 2-aminobutanoico.



18.21 Escribe los nombres sistemáticos de los siguientes ácidos carboxílicos cuyas fuentes naturales, y nombres comunes, se indican:

- a)  $\text{HOOC}-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$   
ácido málico (manzanas)
- b)  $\text{HOOC}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COOH}$   
ácido tartárico (uvas)
- c)  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$   
ácido oleico (aceitunas)
- d)  $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{COOH}}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$   
ácido cítrico (limones)

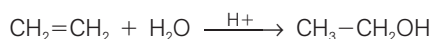
- a) Ácido hidroxibutanodioico.  
b) Ácido 2,3-dihidroxibutanodioico.  
c) Ácido 9-octodecenoico.  
d) Ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico o ácido 3-hidroxi-3-carboxipentanodioico.

### REACTIVIDAD DE LOS GRUPOS FUNCIONALES

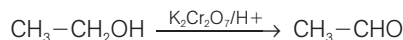
18.22 Indica cómo se pueden obtener, en varios pasos, los siguientes compuestos:

- a) Etanal a partir de eteno.  
b) Butanona a partir de 1-buteno.

a) Primero puede obtenerse etanol por hidratación de eteno catalizada por ácidos:

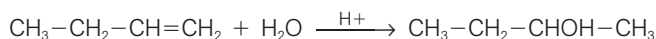


A continuación, se oxida el etanol (alcohol primario) a etanal:

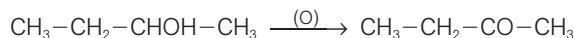


Hay que retirar el etanal, según se forma, de la mezcla de reacción para evitar su posterior oxidación a ácido acético. (Además, existen reactivos especializados que permiten que la oxidación de un alcohol primario se pare en la etapa de aldehído.)

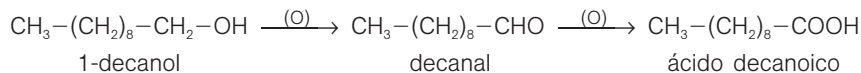
b) Primero se obtiene 2-butanol por hidratación del 1-buteno:



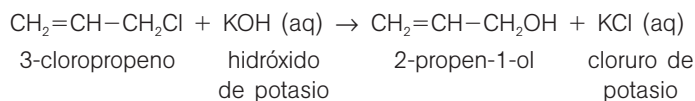
El 2-butanol (un alcohol secundario) se oxida a butanona:



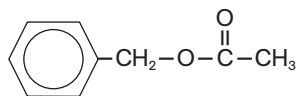
18.23 El ácido cáprico,  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}$ , se puede obtener por oxidación de un alcohol en dos etapas. Escribe las ecuaciones correspondientes y da el nombre sistemático de todos los compuestos orgánicos implicados.



18.24 El alcohol alílico,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ , es un líquido tóxico, inflamable y cancerígeno. Puede obtenerse por hidrólisis alcalina de un cloruro de alquilo. Escribe la ecuación de la reacción correspondiente y da el nombre IUPAC de todos los compuestos que aparecen.

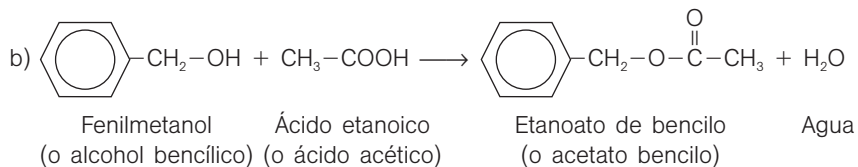


18.25 El siguiente compuesto se utiliza en perfumería debido a su olor a jazmín:

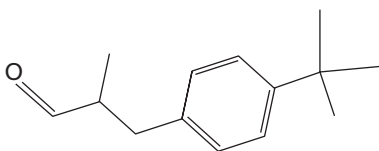


- a) Indica su nombre teniendo en cuenta que el radical  $\text{Ar}-\text{CH}_2-$  se denomina radical bencilo.  
 b) Escribe la ecuación de la reacción de esterificación que permite obtener dicho compuesto. Nombra todos los compuestos implicados.

a) Acetato de bencilo.

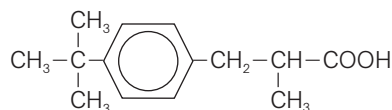


18.26 El compuesto siguiente, conocido con el nombre común de lilial, es un componente del perfume masculino Paco Rabanne:

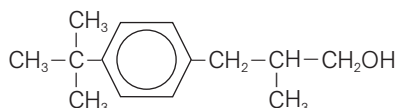


Indica qué producto se obtendrá en cada caso:

- a) Al oxidar el lilial con  $\text{KMnO}_4$ .  
 b) Al reducir el lilial con  $\text{LiAlH}_4$ .
- a) Dado que posee el grupo funcional aldehído, al oxidarlo con  $\text{KMnO}_4$  se formará el ácido carboxílico correspondiente.



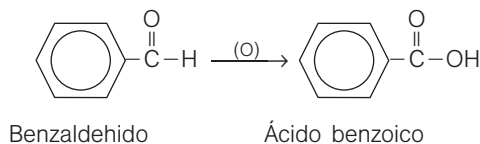
b) La reducción de un aldehído con  $\text{LiAlH}_4$  produce el alcohol primario correspondiente.



18.27 El benzaldehído, Ar-CHO, es un líquido incoloro de olor agradable a almendras amargas. Se oxida lentamente en presencia de aire, transformándose en un compuesto muy utilizado como conservante de alimentos y bebidas (E-210).

- Identifica el compuesto y escribe la ecuación de la reacción de oxidación.
- Calcula cuántos gramos de benzaldehído se deben oxidar para obtener 36,8 g de dicho compuesto (suponiendo que la reacción transcurre mol a mol).

a) El grupo carbonilo de los aldehídos se oxida para formar el correspondiente ácido carboxílico:



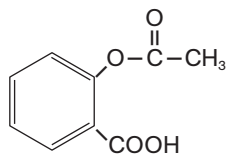
b) Aquí nos dan información sobre la masa de un producto (A) y nos piden información sobre la masa de un reactivo (B). La cantidad de reactivo solicitada se calcula siguiendo el esquema:

$$\text{gramos A} \xrightarrow{\text{masa molar A}} \text{moles A} \xrightarrow{\text{coeficientes ecuación}} \text{moles B} \xrightarrow{\text{masa molar B}} \text{gramos B}$$

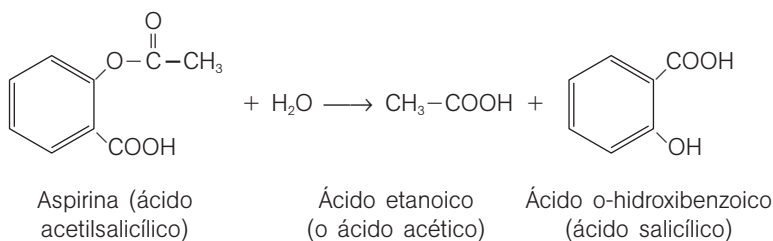
Teniendo en cuenta los coeficientes estequiométricos de la ecuación ajustada y las masas molares del benzaldehído ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ ) y del ácido benzoico ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ ), se obtiene:

$$36,8 \text{ (g } \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2) \cdot \frac{1 \text{ (mol } \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2)}{122,13 \text{ (g } \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2)} \cdot \frac{1 \text{ (mol } \text{C}_7\text{H}_6\text{O})}{1 \text{ (mol } \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2)} \cdot \frac{106,13 \text{ (g } \text{C}_7\text{H}_6\text{O})}{1 \text{ (mol } \text{C}_7\text{H}_6\text{O})} = 32,0 \text{ g } \text{C}_7\text{H}_6\text{O}$$

18.28 La aspirina puede sufrir hidrólisis en presencia de agua y calor. ¿Cuáles son los productos de su hidrólisis? ¿Por qué un bote con aspirinas que llevan mucho tiempo almacenadas huele a vinagre?



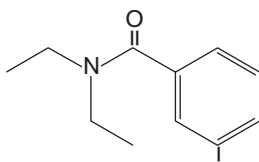
Ácido o-hidroxibenzoico (ácido salicílico) y ácido etanoico (ácido acético):



El olor a vinagre se debe al ácido acético formado, que es el ácido carboxílico responsable del olor y sabor del vinagre.

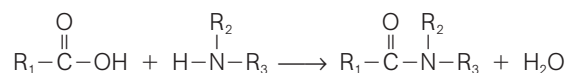


18.29 Si te gusta la acampada, te interesará el compuesto denominado N,N-dietil-m-toluamida, ya que es el ingrediente activo en la mayoría de los repelentes de insectos efectivos. Su fórmula es:

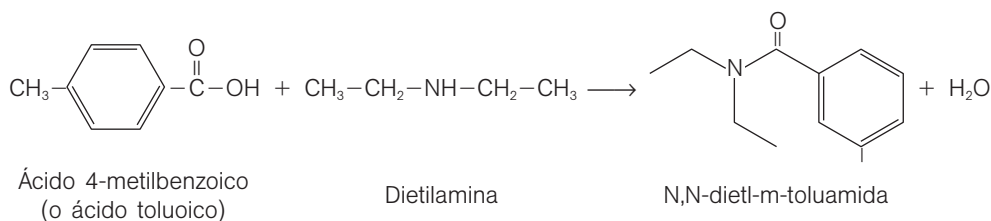


Indica a partir de qué ácido carboxílico y de qué amina se puede obtener dicho compuesto, y escribe la ecuación de la reacción química correspondiente.

Las amidas disustituidas se obtienen a partir de un ácido carboxílico y una amina secundaria según la reacción:



Por lo tanto, la N,N-dietil-m-toluamida se obtendrá a partir del ácido carboxílico y de la amida secundaria siguientes:



18.30 El componente principal de la dicodina es un analgésico llamado hidrocodona. Es una amina terciaria y su composición centesimal en masa es:

72,21 % C; 7,07 % H; 16,03 % O; y 4,68 % N

Determina la fórmula molecular de la hidrocodona sabiendo que su masa molar es  $299,358 \text{ g mol}^{-1}$ .

La relación de elementos, expresada en moles es:

$$\text{C} \frac{72,21 \text{ (g)}}{12,01 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} : \text{H} \frac{7,07 \text{ (g)}}{1,008 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} : \text{O} \frac{16,03 \text{ (g)}}{16,00 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} : \text{N} \frac{4,68 \text{ (g)}}{14,01 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} = \text{C}_{6,012 \text{ (mol)}} : \text{H}_{7,014 \text{ (mol)}} : \text{O}_{1,002 \text{ (mol)}} : \text{N}_{0,334 \text{ (mol)}}$$

La fórmula empírica expresa esta relación en términos de los números enteros más pequeños posibles.

$$\frac{\text{C}_{6,012}}{0,334} : \frac{\text{H}_{7,014}}{0,334} : \frac{\text{O}_{1,002}}{0,334} : \frac{\text{N}_{0,334}}{0,334} = \text{C}_{18} : \text{H}_{21} : \text{O}_3 : \text{N}_1$$

La fórmula empírica de la hidrocodona es, pues,  $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{O}_3\text{N}$ . La fórmula molecular debe ser un múltiplo de la fórmula empírica:  $(\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{O}_3\text{N})_n$ . El valor de "n" puede determinarse a partir de la masa molar:

Masa molar compuesto = n (masa molar fórmula empírica)

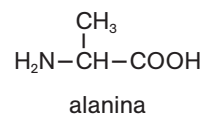
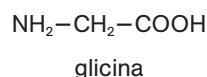
$$299,358 = n(18 \cdot 12,01 + 21 \cdot 1,008 + 3 \cdot 16,00 + 14,01) \Rightarrow n = \frac{299,358}{299,358} = 1$$

Por tanto, la fórmula molecular resulta  $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{O}_3\text{N}$ , igual a la fórmula empírica.

- 18.31 El pescado que no está fresco emana un olor desagradable debido a la presencia de ciertas aminas. Explica por qué los cocineros suelen agregar zumo de limón para eliminar este olor (además de mejorar el sabor).

Las aminas reaccionan con los ácidos formando sales de amonio. Por lo general, estas sales son sólidos incoloros e inodoros. Los ácidos del limón (tales como el ácido cítrico) reaccionan, pues, con las aminas que dan mal olor al pescado, convirtiéndolas en sustancias inodoras.

- 18.32 Los aminoácidos son compuestos que contienen el grupo funcional amino y ácido carboxílico. Los más sencillos son:



Escribe las ecuaciones de las reacciones que pueden tener lugar entre estos dos aminoácidos.

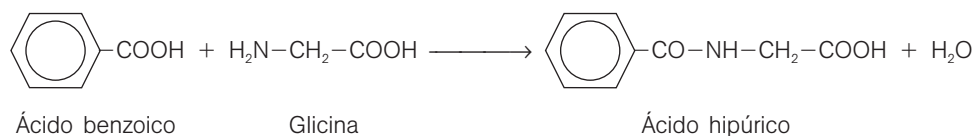
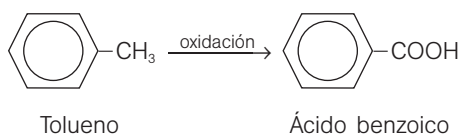
Si reacciona el grupo carboxílico de la glicina con el grupo amino de la alanina se obtiene:



Cuando reacciona el grupo carboxílico de la alanina con el grupo amino de la glicina el compuesto resultante es:

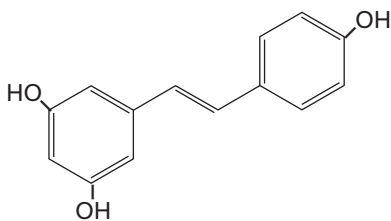


- 18.33 Para metabolizar el tolueno (metilbenceno), las enzimas del hígado lo oxidan a ácido benzoico, más soluble, el cual reacciona luego con el grupo amino del aminoácido glicina (ácido aminoetanoico) formando ácido hipúrico, que es aún más soluble y se excreta fácilmente. Escribe las ecuaciones químicas correspondientes a dichos procesos.



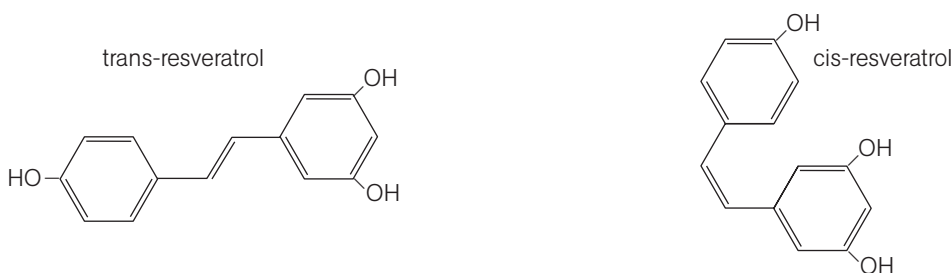
## ISOMERÍA

- 18.34 Actualmente, se considera que el componente “estrella” de la uva es el resveratrol, un compuesto antioxidante al que se atribuyen muchas propiedades beneficiosas para la salud, y que se presenta en forma de dos isómeros. La fórmula de uno de ellos es:

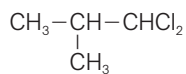
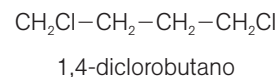
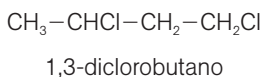
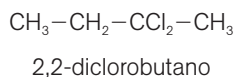
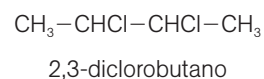
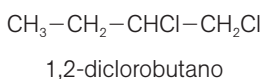
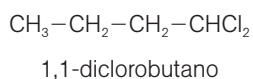


Indica si el compuesto dado es el isómero cis o el trans, y dibuja la fórmula de su isómero geométrico.

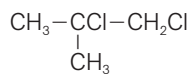
Se trata del isómero trans, ya que tiene los átomos o grupos atómicos iguales (los dos átomos de H) más alejados espacialmente:



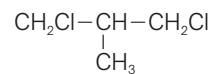
- 18.35 Dibuja la fórmula estructural para cada uno de los nueve posibles isómeros constitucionales de fórmula molecular  $C_4H_8Cl_2$ . Nombra todos los compuestos.



1,1-diclorometilpropano



1,2-diclorometilpropano



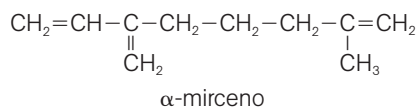
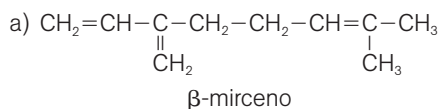
1,3-diclorometilpropano

- 18.36 ¿Qué requisito es necesario para que un alqueno, del tipo  $AXC=C YB$ , tenga isómeros cis-trans? ¿Puede existir la isomería cis-trans para un alquino?

Se debe cumplir que  $A \neq X$  y  $B \neq Y$ . Sin embargo, A puede ser igual a B y X puede ser igual a Y.

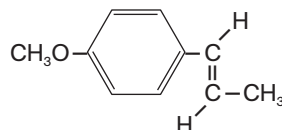
18.37 El  $\beta$ -mirceno (7-metil-3-metilen-1,6-octadieno) es un compuesto que se encuentra en el mirto (con cuyas hojas se hacían las coronas que honraban a los campeones olímpicos) y en otras plantas; mientras que el  $\alpha$ -mirceno (2-metil-6-metilen-1,7-octadieno) no se encuentra en la naturaleza.

- Escribe las fórmulas estructurales de ambos.
- ¿Es el  $\alpha$ -mirceno un isómero del  $\beta$ -mirceno? ¿De qué tipo?
- Razona si el  $\alpha$ -mirceno puede tener algún diastereoisómero. ¿Y el  $\beta$ -mirceno?



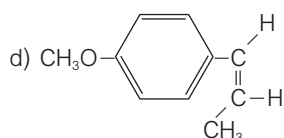
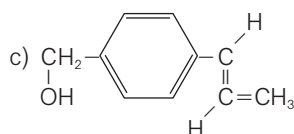
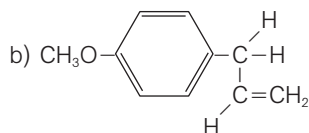
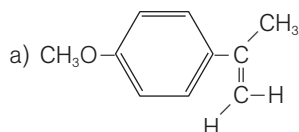
- El  $\alpha$  y  $\beta$ -mirceno son isómeros, ya que tienen la misma fórmula molecular. Dado que poseen el mismo esqueleto carbonado pero difieren en la posición de un doble enlace, son isómeros de posición.
- El  $\alpha$ -mirceno no puede tener un diastereoisómero, ya que en cada doble enlace C=C, uno de los carbonos (al menos) tiene sus dos sustituyentes iguales. Por lo mismo, el  $\beta$ -mirceno tampoco posee ningún diastereoisómero.

18.38 El anetol es un compuesto de aroma y sabor anisado, dulce, cálido y suave, que se encuentra en el anís y el hisopo. Su fórmula estructural es:

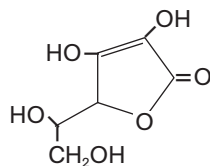


Escribe la fórmula estructural de un compuesto que sea, con respecto al acetol,

- Un isómero de cadena.
- Un isómero de posición.
- Un isómero de función.
- Un estereoisómero.



18.39 La fórmula de la vitamina C es:



Aunque su nombre común es ácido L-ascórbico, en realidad no es un ácido carboxílico. Razona si tendrá un estereoisómero y, en caso afirmativo, de qué tipo.

La vitamina C tiene un enantiómero, ya que es una molécula quiral (no superponible con su imagen especular) gracias a que posee un átomo de carbono asimétrico, esto es, un átomo de carbono unido a cuatro sustituyentes distintos: un átomo de H, un grupo OH, un grupo CH<sub>2</sub>OH y el anillo.

18.40 Un alcohol insaturado de fórmula C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O posee un enantiómero.

a) ¿Cuál es su nombre?

b) Escribe la fórmula estructural de otro compuesto que sea un isómero de función suyo.

a) Puesto que es un alcohol insaturado, debe tener un doble enlace C=C. Por otra parte, dado que posee un enantiómero, su molécula es asimétrica, de modo que debe poseer un átomo de carbono asimétrico, es decir, unido a cuatro sustituyentes diferentes. La única estructura que cumple estos requisitos y que tiene como fórmula molecular C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O es: H<sub>2</sub>C=CH-CHOH-CH<sub>3</sub> (3-buten-2-ol).

b) Un isómero de función del 3-buten-2-ol es, por ejemplo, el butanal: CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CHO.