

QUÍMICA ORGÁNICA - EJERCICIOS PROPUESTOS – EBAU 2022

Con el fin de facilitar la preparación del examen, se recopilan en este documento algunos ejercicios propuestos para los contenidos de **reacciones orgánicas** e **isomería**.

Existe otro documento con las soluciones a las preguntas de los exámenes de los últimos años (2011-2021) relativas a los contenidos de Química Orgánica. Puede consultarse en la página web <https://www.um.es/web/vic-estudios/contenido/acceso/pau/ebau-materias-coordinadores/quimica>

En dicha página web se encuentra también el documento "*Química orgánica, teoría*" con información sobre los tipos de isomería y las reacciones orgánicas que pueden ser objeto de examen.

Para cualquier comentario sobre estos ejercicios, escribir a: eloisamv@um.es

A) Isomería

✎ Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes pares de compuestos y explique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí:

Si el enunciado del examen dice "**EXPLIQUE** el tipo y subtipo de isomería", hay que dar una breve explicación como la que aparece en estos ejemplos (los comentarios entre paréntesis son aclaraciones que no son necesarias en el examen)

Si el enunciado del examen dice "**INDIQUE** el tipo y subtipo de isomería" no hace falta dar ninguna explicación. Por ejemplo, con decir "isomería estructural de cadena" es suficiente.

En ambos casos hay que decir el TIPO de isomería (estructural o espacial) y el SUBTIPO (de cadena, de posición, de función, óptica o geométrica)

También puede decirse: "isomería constitucional" en vez de "isomería estructural"

"estereoisomería" en vez de "isomería espacial"

"*cis-trans*" o "*Z-E*", en vez de (o añadido a) "geométrica"

a) metilciclohexano y etilciclopentano:



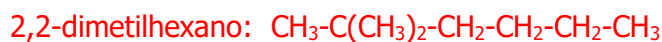
Isomería estructural de cadena, porque sólo cambia la disposición del esqueleto carbonado.

b) 3-metilpent-1-eno y 4-metilpent-1-eno:



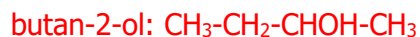
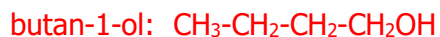
Isomería estructural de cadena porque sólo cambia la disposición del esqueleto carbonado, sin que se vea afectada la posición del grupo funcional o su tipo.

c) 2,2-dimetilhexano y 3-etil-2-metilpentano:



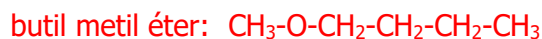
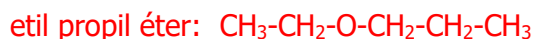
Isomería estructural de cadena, porque sólo cambia la disposición del esqueleto carbonado.

d) butan-1-ol y butan-2-ol:



Isomería estructural de posición, porque cambia la posición de un mismo grupo funcional.

e) etil propil éter y metil butil éter:



Isomería estructural de posición, porque cambia la posición de un mismo grupo funcional.

f) propanamida y *N*-metilacetamida:



Isomería estructural de función, porque el grupo funcional cambia (de amida primaria a secundaria)

g) propan-1-amina y *N*-metiletanamina:



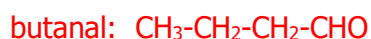
Isomería estructural de función, porque el grupo funcional cambia (de amina primaria a secundaria)

h) ácido propanoico y acetato de metilo:



Isomería estructural de función, porque el grupo funcional cambia (de ácido carboxílico a éster)

i) butanal y butanona:



Isomería estructural de función, porque el grupo funcional cambia (de aldehído a cetona)

j) isopropanol y etil metil éter:



Isomería estructural de función, porque el grupo funcional cambia (de alcohol a éter)

k) butanona y but-2-en-2-ol:



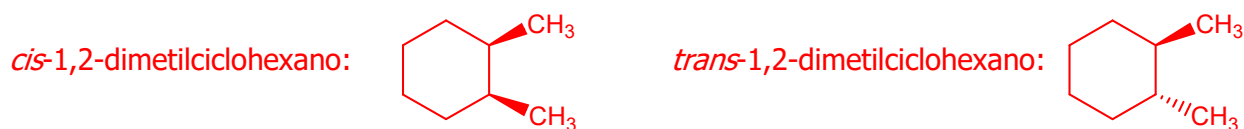
Isomería estructural de función, porque el grupo funcional cambia (de cetona a enol)

l) but-2-eno y ciclobutano:



Isomería estructural de función, porque el grupo funcional cambia (de alqueno a cicloalcano)

m) *cis*-1,2-dimetilciclohexano y *trans*-1,2-dimetilciclohexano:



Isomería espacial geométrica (*cis-trans* o *Z/E*), porque cambia la disposición en el espacio de los sustituyentes en un cicloalcano

n) *trans*-hex-3-eno y *cis*-hex-3-eno:



Isomería espacial geométrica (*cis-trans* o *Z/E*), porque cambia la disposición en el espacio de los sustituyentes en un alqueno

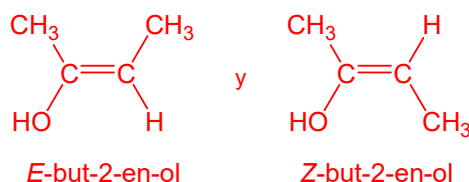
☯ Formule y nombre tres posibles isómeros de un compuesto con fórmula molecular C_4H_8O y explique qué tipo de isomería presentan entre sí:

$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$ butanal o butiraldehído

$CH_3-CH(CH_3)-CHO$ o CH_3-CH_2-CHO 2-metilpropanal (isopropanal): es un isómero de cadena con respecto al butanal (no de posición, porque el grupo CHO sigue estando en la posición 1).

$CH_3-CO-CH_2-CH_3$ butanona: es un isómero de función con respecto a los dos anteriores, porque cambia el grupo funcional (de aldehído a cetona).

Habría un cuarto isómero: $CH_3-C(OH)=CH-CH_3$, but-2-en-2-ol, que es un isómero de función con respecto a los anteriores, y que, a su vez, puede existir como isómeros geométricos:

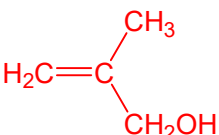


Y también serían isómeros los siguientes enoles (son todos isómeros de posición entre sí):

a) $CH_3-CH(OH)-CH=CH_2$ b) $CH_2=C(OH)-CH_2-CH_3$
but-3-en-2-ol but-1-en-2-ol

c) $CH_2(OH)-CH_2-CH=CH_2$ d) $CH_2(OH)-CH=CH-CH_3$ e) $CH(OH)=CH-CH_2-CH_3$
but-3-en-1-ol but-2-en-1-ol but-1-en-1-ol

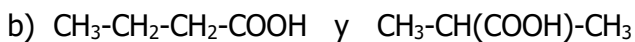
De ellos, pueden presentar isomería geométrica (*Z/E*) los compuestos d) y e) (los dos carbonos del doble enlace están unidos a dos sustituyentes diferentes) y sólo puede presentar isomería óptica el compuesto a) (es el único que tiene un carbono con 4 sustituyentes diferentes)

Existe un isómero estructural más, el 2-metil-prop-2-en-1-ol: 

☯ Explique qué tipo y subtipo de isomería presentan los siguientes pares de compuestos:



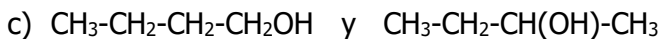
Isomería estructural de cadena, porque sólo cambia la disposición del esqueleto carbonado.



Isomería estructural de cadena (NO ES DE POSICIÓN, porque el grupo COOH define la posición 1).

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ es el ácido butanoico

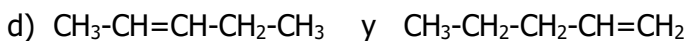
$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{COOH})\text{-CH}_3$ es lo mismo que $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-COOH}$ (ácido 2-metilpropanoico)



Sí es isomería estructural de posición.

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ es el butan-1-ol

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_3$ es el butan-2-ol



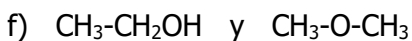
Isomería estructural de posición, porque cambia la posición de un mismo grupo funcional.



Isomería estructural de posición, porque cambia la posición de un mismo grupo funcional.

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ es la butan-1-amina

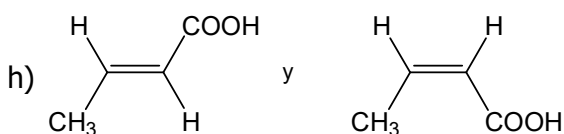
$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ es la butan-2-amina



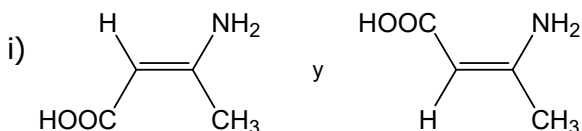
Isomería estructural de función, porque cambia el grupo funcional (de alcohol a éter).



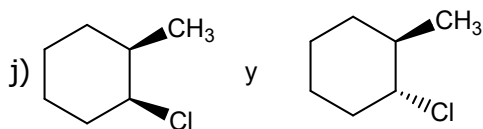
Isomería estructural de función, porque cambia el grupo funcional (de cetona a enol).



Isomería espacial geométrica (*cis-trans* o *Z/E*), porque cambia la disposición espacial de los sustituyentes en un alqueno.

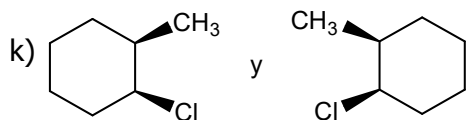


Isomería espacial geométrica, porque cambia la disposición espacial de los sustituyentes en un alqueno. (NOTA: Al haber tres sustituyentes distintos, la notación *cis-trans* ya no es útil, y debería utilizarse la nomenclatura *Z-E*)



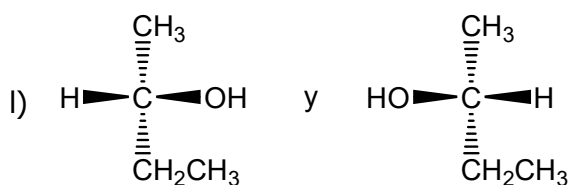
Isomería espacial geométrica (*cis-trans* o *Z/E*), porque cambia la disposición espacial de los sustituyentes en un cicloalcano

(NOTA: no es isomería óptica porque no son imágenes especulares)

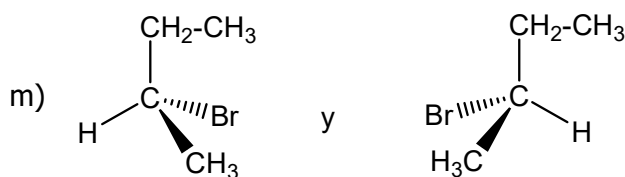


Isomería espacial óptica (son enantiómeros), porque son imágenes especulares no superponibles (debido a la presencia de dos carbonos quirales).

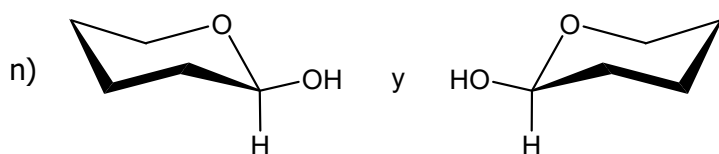
(NOTA: no es isomería geométrica porque ambos son *cis*)



Isomería espacial óptica (son enantiómeros), porque son imágenes especulares no superponibles (debido a la presencia de un carbono quiral)



Isomería espacial óptica (son enantiómeros), porque son imágenes especulares no superponibles (debido a la presencia de un carbono quiral)



Isomería espacial óptica (son enantiómeros), porque son imágenes especulares no superponibles (debido a la presencia de un carbono quiral)

☯ Formule y nombre los posibles isómeros del propan-1-ol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$) y explique qué tipo de isomería presentan entre sí:

propan-2-ol (isopropanol): $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$, es un isómero de posición

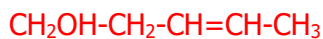
¡OJO!: el $\text{CH}_2\text{OH-CH}_2\text{-CH}_3$ no es otro isómero, sino el mismo alcohol escrito de diferente forma

etil metil éter: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$, es un isómero de función

¡OJO!: el $\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ no es otro isómero, sino el mismo éter escrito de diferente forma. I

☯ Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos e indique justificadamente si pueden presentar algún tipo de isomería espacial (geométrica, óptica, ambos tipos, o ninguno).

a) pent-3-en-1-ol



No puede presentar isomería óptica porque no posee ningún carbono asimétrico o carbono quiral (con los cuatro sustituyentes diferentes)

Sí puede presentar isomería geométrica, porque posee un doble enlace en el que cada uno de los carbonos está unido a dos sustituyentes diferentes

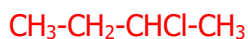
b) but-3-en-1-ol



No puede presentar isomería óptica porque no posee ningún carbono asimétrico

Tampoco puede presentar isomería geométrica, porque uno de los carbonos del doble enlace está unido a dos sustituyentes iguales.

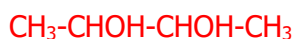
c) 2-clorobutano



Sí puede presentar isomería óptica, pues el carbono 2 es asimétrico

No puede presentar isomería geométrica, porque no tiene un doble enlace ni es un cicloalcano.

d) butano-2,3-diol



Sí puede presentar isomería óptica, pues tiene dos carbonos asimétricos (C2 y C3).

No puede presentar isomería geométrica porque no tiene un doble enlace ni es un cicloalcano.

(NOTA: este compuesto puede presentar diastereoisómeros debido a la presencia de dos centros quirales)

e) 4-cloropent-2-eno



Sí puede presentar isomería óptica, pues tiene un carbono asimétrico (el C4)

También puede presentar isomería geométrica, pues tiene un doble enlace en el que cada uno de los carbonos está unido a dos sustituyentes diferentes

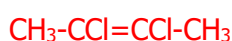
f) 2-cloropropano



No puede presentar isomería óptica, pues no tiene ningún carbono asimétrico

No puede presentar isomería geométrica, porque no tiene un doble enlace ni es un cicloalcano

g) 2,3-diclorobut-2-eno



No puede presentar isomería óptica, pues no posee ningún carbono asimétrico.

Sí puede presentar isomería geométrica, pues tiene un doble enlace en el que cada uno de los carbonos está unido a dos sustituyentes diferentes.

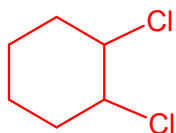
h) prop-2-en-1-ol (alcohol alílico)



No puede presentar isomería óptica porque no posee ningún carbono asimétrico

Tampoco puede presentar isomería geométrica, porque uno de los carbonos del doble enlace está unido a dos sustituyentes iguales.

i) 1,2-diclorociclohexano

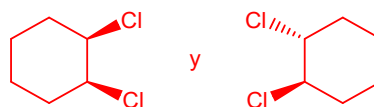


Sí puede presentar isomería óptica, pues tiene dos carbonos asimétricos

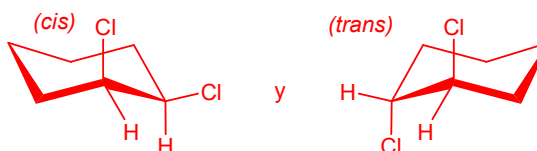
También puede presentar isomería geométrica, pues es un cicloalcano en el que dos átomos de carbono tienen dos sustituyentes diferentes

A continuación se aclaran los dos tipos de isomería que puede presentar este compuesto:

Ejemplo de isómeros geométricos (*cis-trans*):

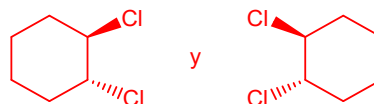


Como el ciclohexano no es un anillo plano, lo más correcto sería dibujarlos así:

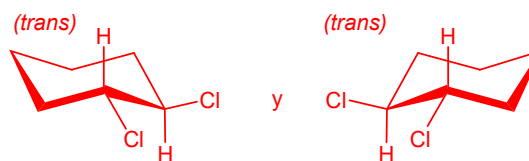


(Esta pareja no son isómeros ópticos (enantiómeros), porque no son imágenes especulares)

Ejemplo de isómeros ópticos (enantiómeros):



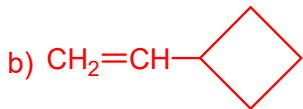
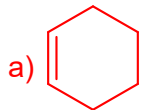
Como el ciclohexano no es un anillo plano, lo más correcto sería dibujarlos así:



(Esta pareja son enantiómeros, porque uno de ellos es la imagen especular del otro, y no son superponibles. Sin embargo, no son isómeros geométricos, porque ambos son *trans*)

☯ Escriba las fórmulas semidesarrolladas los siguientes compuestos e indique cuál de ellos no es isómero de los otros tres:

- a) ciclohexeno b) vinilciclobutano c) metilciclopentano d) hex-2-ino



El metilciclopentano (c) es el único que no es un isómero de los otros tres (su fórmula empírica es C_6H_{12} y la de los otros tres es C_6H_{10})

¿Qué tipo y subtipo de isomería presentan los tres compuestos anteriores que sí son isómeros?

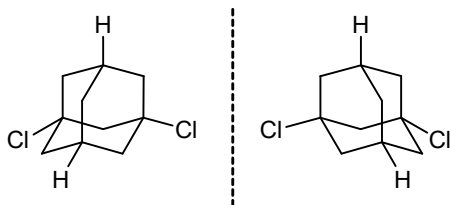
Son isómeros estructurales de función: el a) es un cicloalqueno, el b) un cicloalcano con un sustituyente alqueno y el d) un alquino.

☯ Indique si los siguientes pares de compuestos son enantiómeros o si se trata del mismo compuesto:

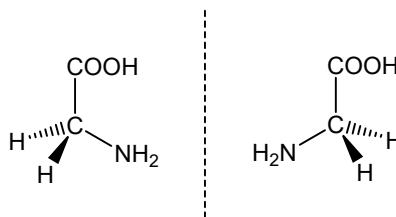
Recuérdese que:

Una molécula es quiral si no posee ningún elemento de simetría (plano de simetría, centro de simetría...) o si sólo posee ejes simples.

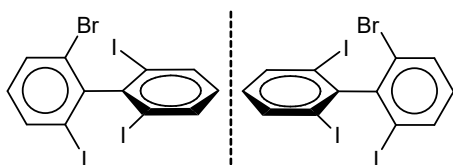
Un carbono asimétrico o quiral es el que tiene los 4 sustituyentes diferentes.



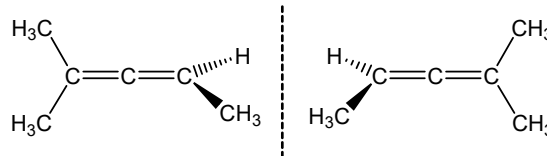
Se trata del mismo compuesto. No es quiral porque tiene un plano de simetría. Las dos imágenes son superponibles. *Sería quiral si los 4 sustituyentes fueran diferentes*



Se trata del mismo compuesto. No es quiral porque tiene un plano de simetría. *Los 4 sustituyentes del C no son diferentes*. Las dos imágenes son superponibles



Se trata del mismo compuesto. No es quiral porque tiene un plano de simetría. Los bifenilos sustituidos son quirales *si los dos sustituyentes en cada arilo son diferentes entre sí*. Las dos imágenes son superponibles



Se trata del mismo compuesto. No es quiral porque tiene un plano de simetría. Los alenos son quirales *si los dos sustituyentes en cada carbono terminal son diferentes entre sí*. Las dos imágenes son superponibles

Formule los siguientes compuestos, escriba su fórmula molecular y nombre y dibuje la fórmula semidesarrollada de un **isómero de función** para cada uno de ellos:

Para hacer este ejercicio conviene **SABERSE ESTAS PAREJAS DE ISÓMEROS DE FUNCIÓN**:

Alquenos y cicloalcanos, p. ej.: propeno: $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$ y ciclopropano:



Alcoholes y éteres, p. ej.: etanol: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ y dimetil éter $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$

Ácidos carboxílicos y ésteres, p. ej.: ácido acético: $\text{CH}_3\text{-COOH}$ y formiato de metilo H-COO-CH_3

Aldehídos y cetonas, p. ej.: propanal: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$ y propanona (acetona): $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$

Cetonas y enoles, p. ej.: propanona (acetona): $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ y propen-2-ol: $\text{CH}_3\text{-C(OH)=CH}_2$

Alquenos y alquinos con la misma fórmula molecular, por ej.: buta-1,4-dieno: $\text{CH}_2\text{=CH-CH=CH}_2$ y but-1-ino: $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_3$

Además, son isómeros de función las **aminas primarias, secundarias y terciarias** (que tengan la misma fórmula molecular), así como las **amidas primarias, secundarias y terciarias** (con la misma condición). Por ejemplo:

hexan-1-amina: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$

N-propilpropan-1-amina: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3)$

N-etil-*N*-metilpropan-1-amina: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-N(CH}_3)(\text{CH}_2\text{-CH}_3)$

F. molecular:
 $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{N}$

hexanamida: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-NH}_2$

N-propilpropanamida: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-NH(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3)$

N-etil-*N*-metilpropanamida: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-N(CH}_3)(\text{CH}_2\text{-CH}_3)$

F. molecular:
 $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{N}$

a) but-1-eno: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$ (C_4H_8)

serían isómeros de función el ciclobutano  y el metilciclopropano 

(que entre sí son isómeros de cadena)

b) ciclopentano:  (C_5H_{10})

serían isómeros de función el pent-1-eno, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$,

y el pent-2-eno, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_3$ (que entre sí son isómeros de posición)

(ojo, que el pent-3-eno no existe, pues sería también pent-2-eno).

También los isómeros de cadena de los anteriores (como el $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3)\text{-CH=CH}_2$).

c) butan-1-ol: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$)

serían isómeros de función el metil propil éter, $\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

y el dietil éter (éter etílico) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ (entre sí son isómeros de posición)

d) etil metil éter: $\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$)

serían isómeros de función el propan-1-ol, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$

y el propan-2-ol o isopropanol, $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ (entre sí son isómeros de posición)

e) ácido propiónico: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$)

serían isómeros de función el acetato de metilo, $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_3$

y el formiato de etilo, $\text{HCOO-CH}_2\text{-CH}_3$

(que entre sí son isómeros de cadena, y no de posición, porque el grupo carboxilato define la posición del C1)

f) acetato de etilo: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_3$ ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$)

serían isómeros de función el ácido butanoico (o butírico), $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$

y el ácido 2-metilpropanoico (ácido isobutírico) $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-COOH}$

(que entre sí son isómeros de cadena, y no de posición, porque el grupo carboxilo define la posición del C1)

g) butan-2-ona: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$ ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$)

serían isómeros de función el butanal, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$

y el 2-metilpropanal (isobutanal), $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CHO}$,

(que entre sí son isómeros de cadena, y no de posición, porque el grupo carbaldehído define la posición del C1)

También serían isómeros de función los enoles:

$\text{CH}_3\text{-CH=CH(OH)-CH}_3$ but-2-en-2-ol y $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)=CH}_2$ but-1-en-2-ol

y el ciclobutanol 

h) pentanal: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$ ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$)

serían isómeros de función la pentan-2-ona, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$

la pentan-3-ona, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$ (entre sí son isómeros de posición)

y la 3-metilbutan-2-ona (metil isopropil cetona), $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CO-CH}_3$

(que es un isómero de cadena de las otras dos cetonas)

i) propen-2-ol $\text{CH}_3\text{-C(OH)=CH}_2$ ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)

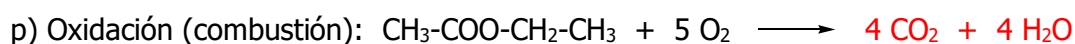
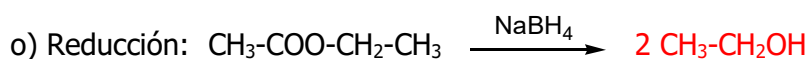
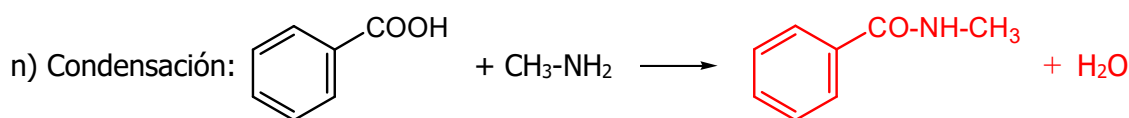
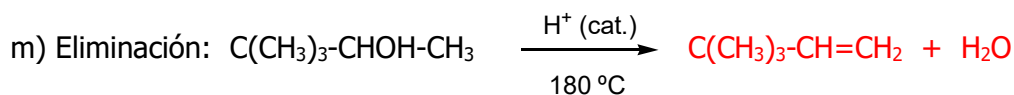
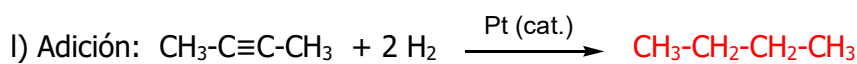
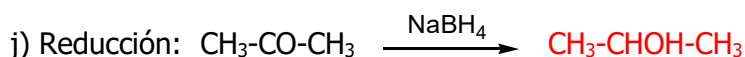
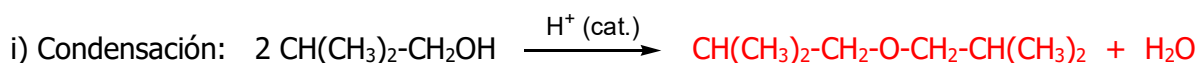
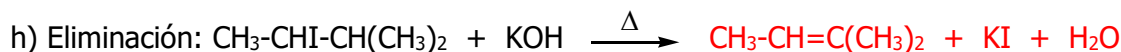
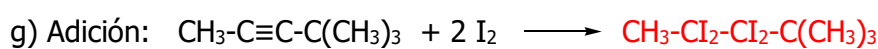
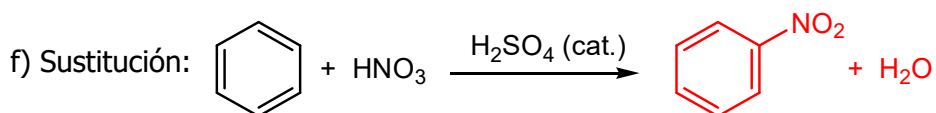
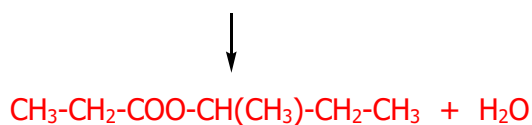
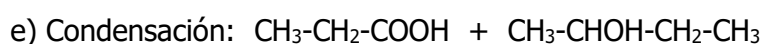
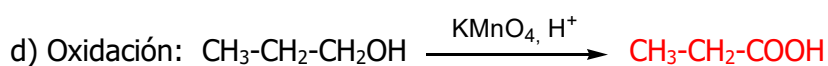
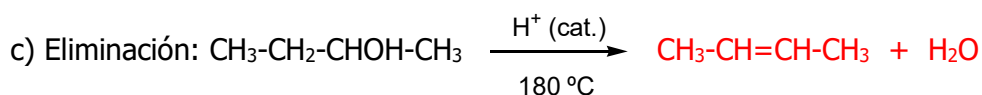
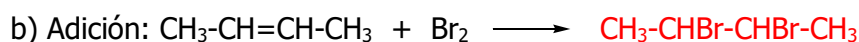
serían isómeros de función la acetona, $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$

el propanal $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$

y el ciclopropanol 

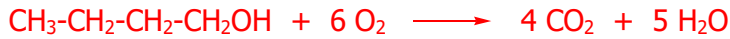
B) Reacciones orgánicas

☉ Teniendo en cuenta el tipo de reacción indicado en cada caso, escriba los productos mayoritarios esperados para las siguientes reacciones orgánicas:

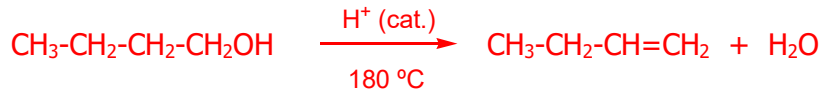


🌀 Escriba las siguientes reacciones, a partir de butan-1-ol (no olvide indicar los subproductos de reacción, cuando los haya):

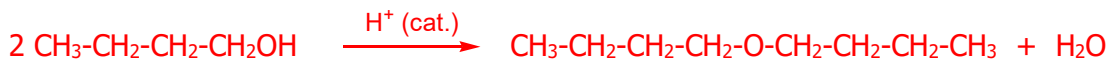
a) Reacción de combustión (hay que saber ajustarla, también el O₂):



b) Reacción de eliminación (deshidratación promovida por medio ácido, a 180°C):



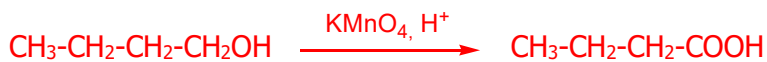
c) Reacción de condensación con otra molécula de butan-1-ol, promovida por medio ácido:



d) Reacción de sustitución nucleófila por reacción con HBr:



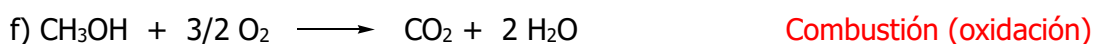
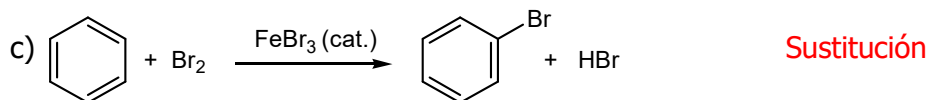
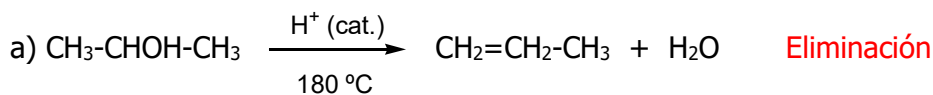
e) Reacción de oxidación con KMnO₄ en medio ácido (indicando sólo los productos orgánicos):



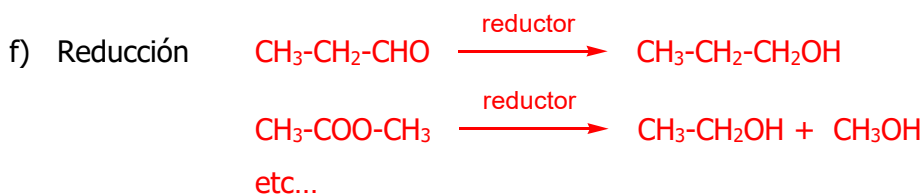
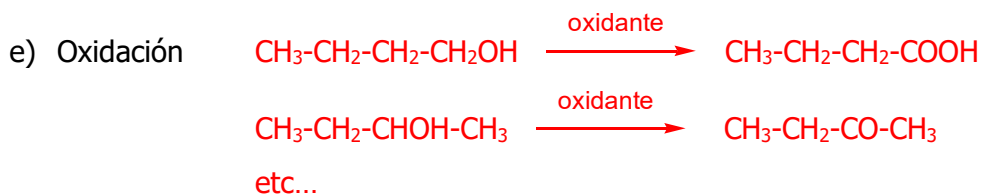
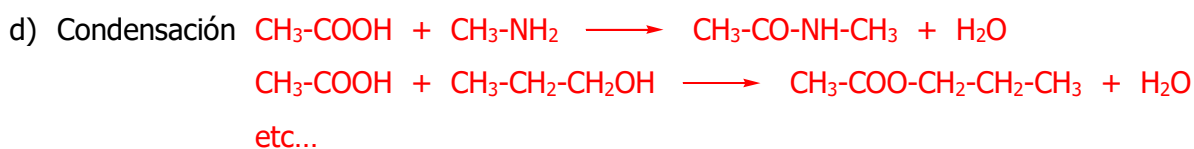
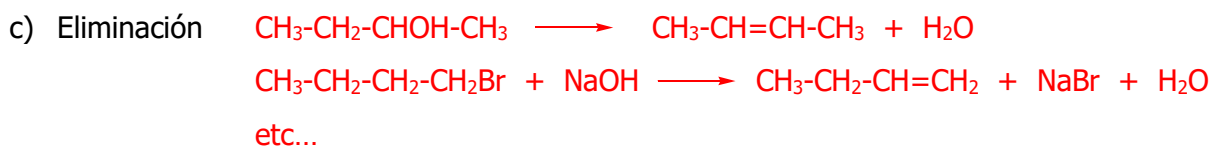
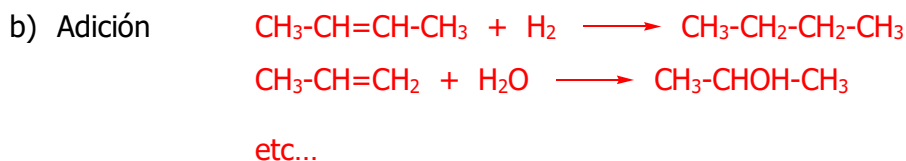
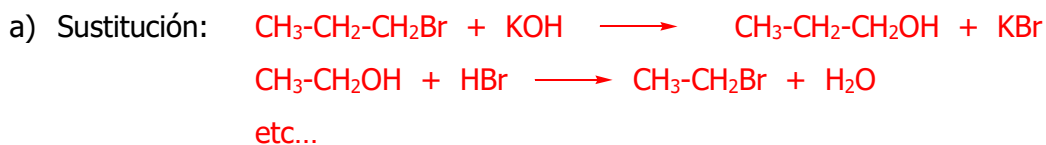
f) Reacción de condensación con ácido fórmico (HCOOH):



🌀 Indique si las siguientes reacciones orgánicas son una sustitución, adición, eliminación, condensación o reacción redox (en este último caso, especifique si se trata de una combustión, oxidación o reducción):



☯ Ponga un ejemplo concreto de los siguientes tipos de reacciones orgánicas:



No se exigirá que se pongan las condiciones de reacción (catalizador, medio ácido, temperatura ...)