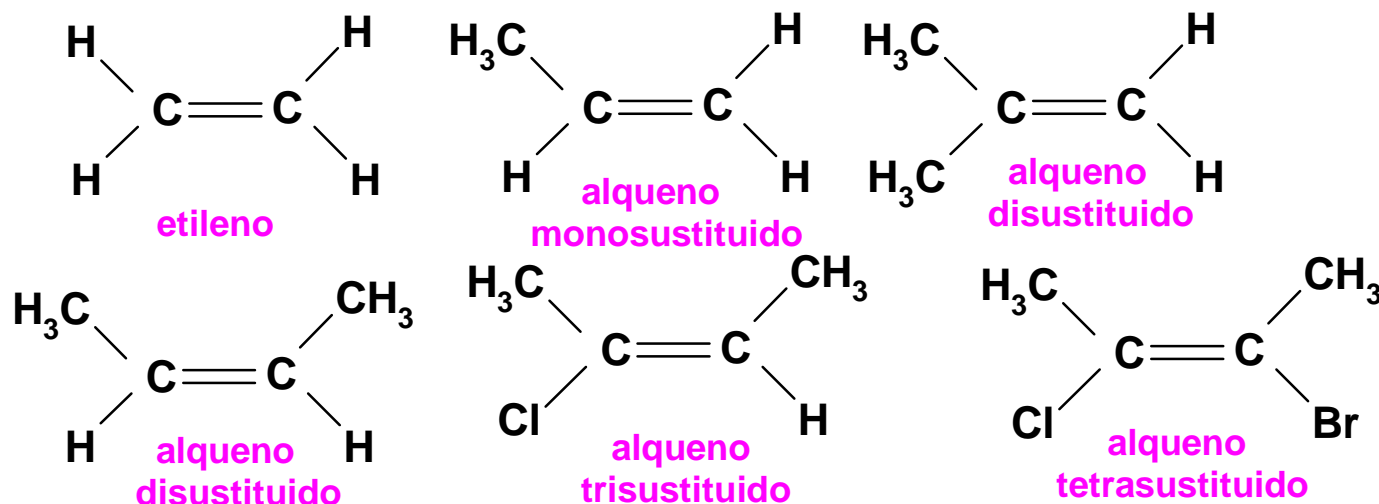


Objetivos

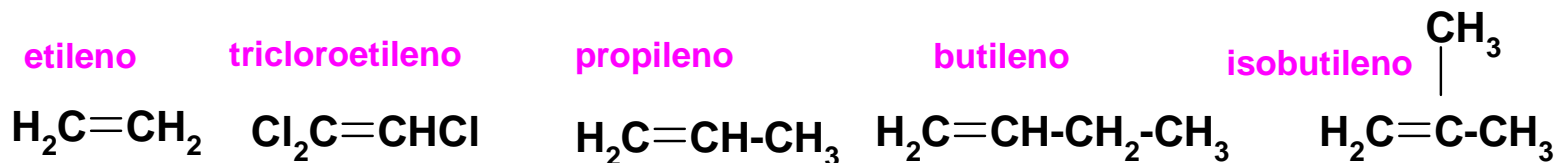
Formular, nombrar y conocer la estructura del doble enlace y los requisitos geométricos que ello entraña. Reconocer que ciertos alquenos pueden presentarse en dos formas diastereómeras conocidas como cis y trans cuando el alqueno tiene un sustituyente sobre cada carbono o E y Z para los alquenos diastereómeros trisustituidos y tetrasustituidos. Concluir que el grupo funcional de los alquenos es el doble enlace y deducir de su estructura electrónica la reactividad química típica de los alquenos (adición electrófila; Ad_E). Iniciarse en el conocimiento de los mecanismos de estas reacciones y en las consecuencias estereoquímicas que cada tipo de mecanismo puede implicar. Insistir en que el curso estereoquímico de las reacciones Ad_N puede ser syn, anti o mezcla de ambos y las consecuencias estereoquímicas que esto acarrea.

Conocer las más importantes reacciones química de los alquenos observando que pueden ser métodos muy útiles para la preparación de otros grupos de sustancias. Resaltar brevemente la capacidad de los alquenos para formar diversos tipos de polímeros en diferentes condiciones experimentales y la utilidad industrial de estos polímeros, así como su incidencia en la vida diaria. Finalmente, conocer los más importantes métodos de preparación de alquenos, así como sus fuentes naturales y el papel que algunas de estas sustancias juegan en la naturaleza.

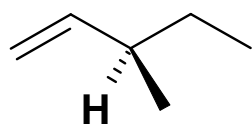
Alquenos: clasificación



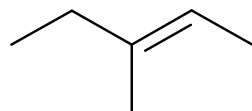
Nomenclatura



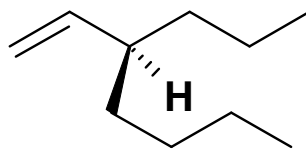
(3R)-metil-1-penteno



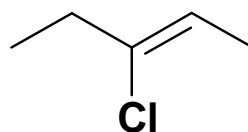
3-metil-2E-penteno



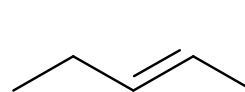
(3S)-propil-1-hepteno



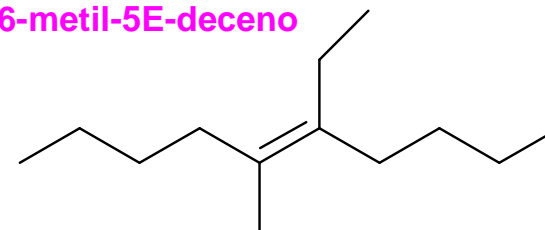
3-cloro-2Z-penteno



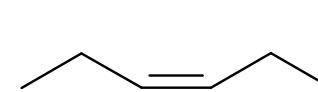
trans-2-penteno

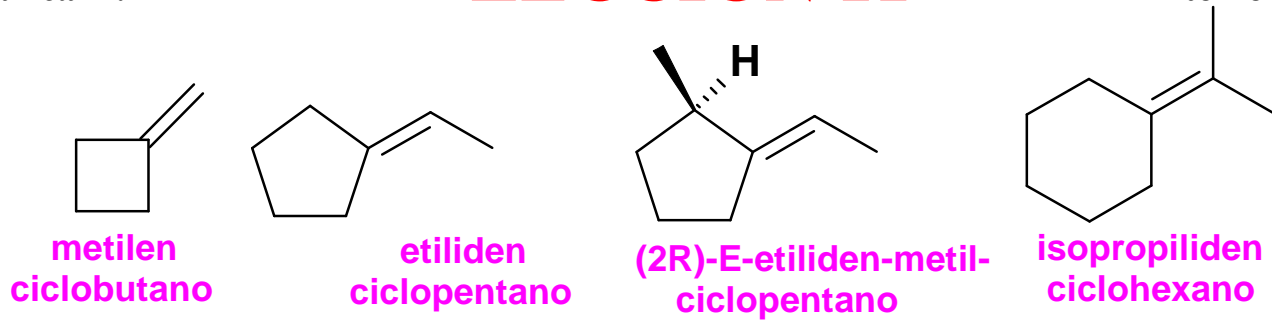


5-etil-6-metil-5E-deceno

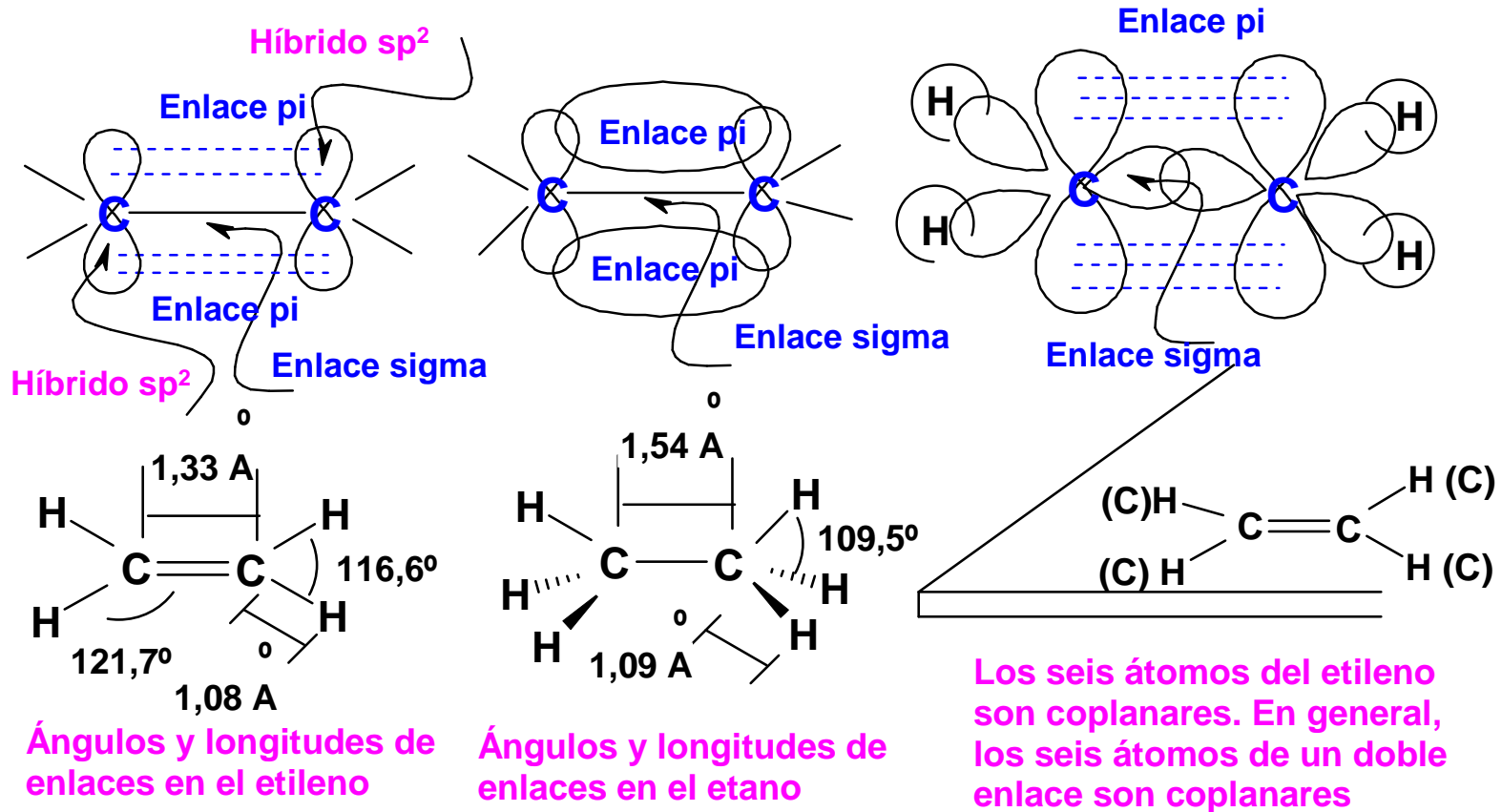


cis-3-hexeno

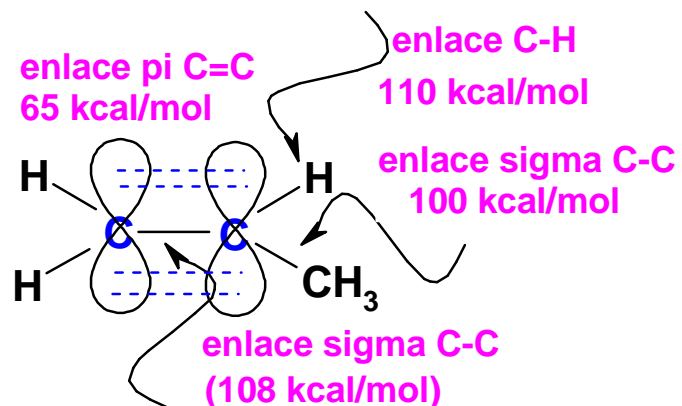




Estructura del doble enlace

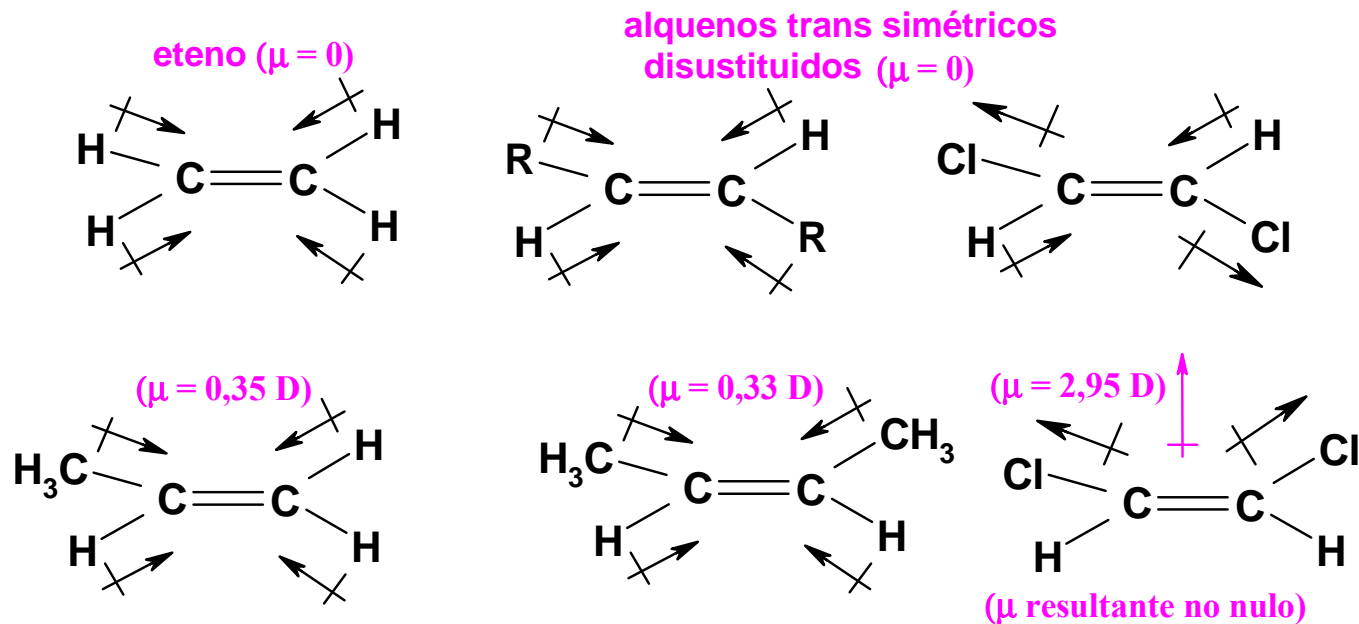


La fuerza del enlace C=C se ha estimado en 173 kcal/mol, de las que 108 kcal/mol son del enlace sigma y 65 kcal/mol del enlace pi.



La reactividad química de un alqueno se halla localizada en su doble enlace que puede considerarse como su grupo funcional. Más concretamente, **el punto reactivo de un alqueno es el enlace pi del doble enlace.**

Propiedades físicas de los alquenos



Nombre	Fórmula	N° C	P. Ebull. (°C)	Densidad (g/cm ³)
Eteno	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	2	- 104	
Propeno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	3	- 47	0, 59
Isobutileno	$(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$	4	-7	0, 59
1-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	4	-6	0, 59
Trans-2-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$	4	1	0, 60
Cis-2-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$	4	4	0, 62
3-metil-1-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$	5	25	0, 65
1-penteno	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{CH}_2$	5	30	0, 64
Trans-2-penteno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	5	36	0, 65
Cis-2-penteno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	5	37	0, 66
2-metil-2-buteno	$\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}_3$	5	39	0, 66
1-hexeno	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}_2$	6	64	0, 68
2,3-dimetil-2-buteno	$\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$	6	73	0,71
1-hepteno	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}_2$	7	93	0, 70
1-octeno	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}_2$	8	122	0, 72
1-noneno	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}=\text{CH}_2$	9	146	0,73
1-deceno	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}_2$	10	171	0, 74

TABLA II. Estabilidades relativas de los alquenos

Nombre	Estructura	- ΔH (kcal/mol)	Grado sustitución
Eteno	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	32, 8	0
Propeno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	30, 1	1
1-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	30,3	1
1-penteno	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{CH}_2$	30, 1	1
1-hexeno	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}_2$	30, 1	1
3-metil-1-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$	30, 3	1
3,3-dimetil-1-buteno	$\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}=\text{CH}_2$	30, 3	1
cis-2-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$	28, 6	2
cis-2-penteno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	28, 6	2
2-metil-propeno	$\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$	28, 0	2
2-metil-1-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$	28, 5	2
2,3-dimetil-1-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}$	28, 0	2
trans-2-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$	27, 6	2
trans-2-penteno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	27, 6	2
2-metil-2-buteno	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$	26, 9	3
2,3-dimetil-2-buteno	$\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$	26, 6	4

TABLA III. Calores de hidrogenación de los cicloalquenos

Nombre	Calor de hidrogenación - ΔH (kcal/mol)
Ciclobuteno	30, 7
Ciclopenteno	26, 6
cis-Cicloocteno	23, 0
trans-Cicloocteno	32, 2
cis-Ciclononeno	23, 6
trans-Ciclononeno	26, 5
cis-Ciclodeceno	20, 7
trans-Ciclodeceno	24, 0

Los cicloalquenos pequeños (3 y 4 carbonos) tienen una elevada tensión angular pues están obligados a adoptar ángulos de 60° y 90°, respectivamente, frente al valor de 120° que presenta un doble enlace normal. Esto se refleja en el elevado valor de $-\Delta H$ del ciclobuteno (30,7 kcal/mol) comparado con el del cis-2-buteno (28,6 kcal/mol), lo que hace al ciclobuteno aproximadamente 2 kcal/mol más inestable.

Al contrario que los alquenos acíclicos, los trans-cicloalquenos pequeños y medianos son mucho más inestables que los isómeros cis. Los cicloalquenos trans sólo existen en ciclos de 8 o más átomos de carbono.

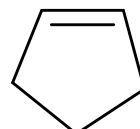
Ciclos que no pueden contener dobles enlaces trans



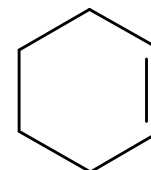
ciclopropeno



ciclobuteno

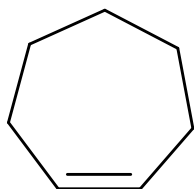


ciclopenteno

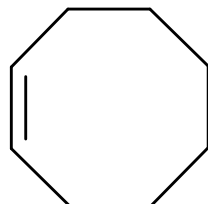


ciclohexeno

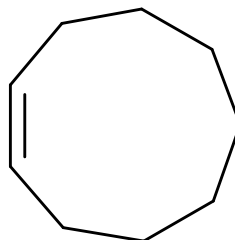
Ciclos que pueden contener dobles enlaces trans



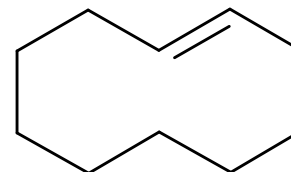
cis-ciclohepteno



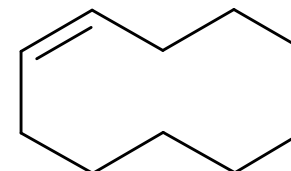
cis-cicloocteno



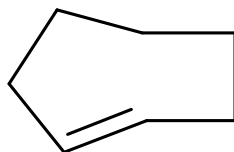
cis-ciclononeno



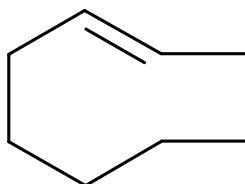
trans-ciclodeceno



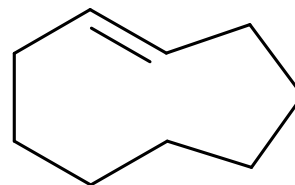
cis-ciclodeceno



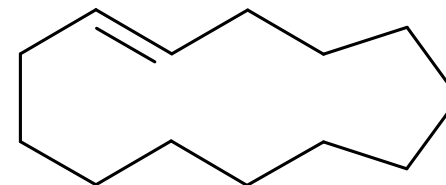
trans-ciclohepteno



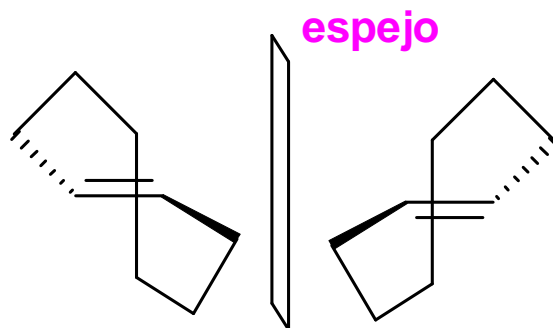
trans-cicloocteno



trans-ciclononeno

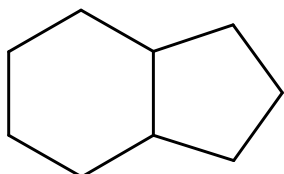


trans-ciclotrideceno

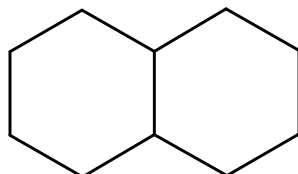


Enantiómeros
del trans-cicloocteno

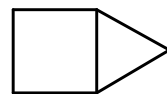
Compuestos bicíclicos: nomenclatura y representación



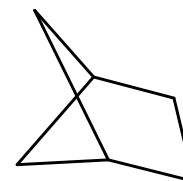
Biciclo-[4,3,0]-
nonano (indano)



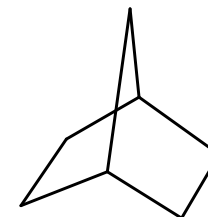
Biciclo-[4,4,0]-
decano (decalina)



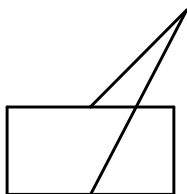
Biciclo-[2,1,0]-
pentano



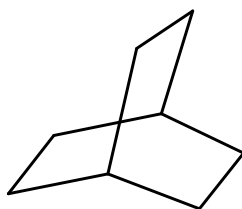
Biciclo-[2,1,1]-
hexano



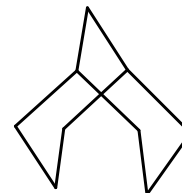
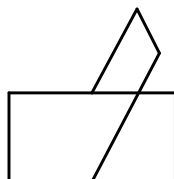
Biciclo-[2,2,1]-
heptano



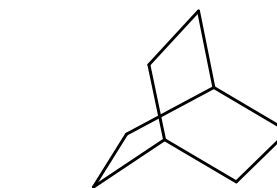
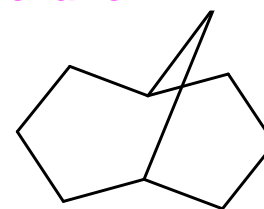
Biciclo-[2,2,1]-
heptano
(incorrecta)



Biciclo-[2,2,2]- (incorrecta)
octano



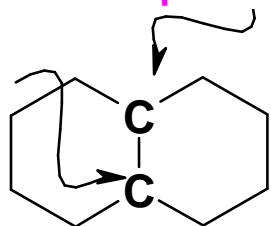
Biciclo-[3,3,1]- (incorrecta)
nonano



Biciclo-[2,2,2]-
octano

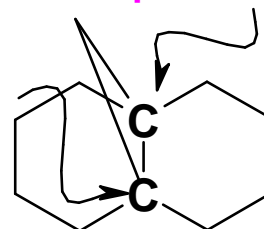
Regla de Bredt

C cabezas de puente



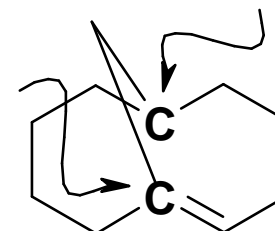
compuesto bicíclico
sin puente (decalina)
Biciclo-[4,4,0]-decano

C cabezas de puente

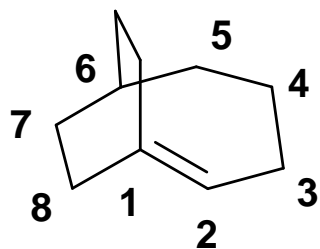


compuesto bicíclico
con puente
Biciclo-[4,4,1]-undecano
No admite dobles enlaces
en cabeza de puente

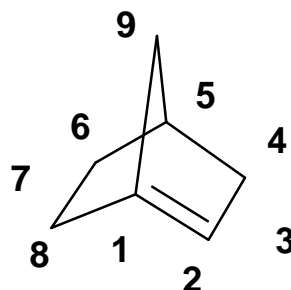
C cabezas de puente



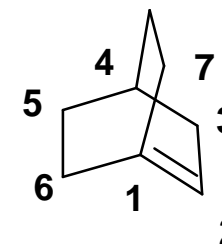
Biciclo-[4,4,1]-1-undeceno
No existe



Biciclo-[4,2,2]-1-deceno
Admite un doble enlace
en cabeza de puente



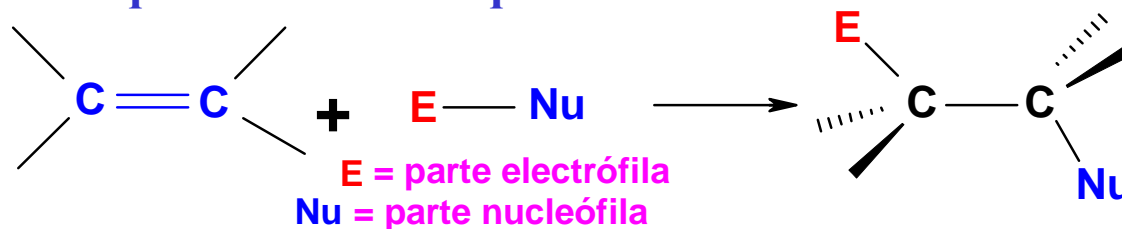
Biciclo-[2,2,1]-1-hepteno
No admite un doble enlace
en cabeza de puente



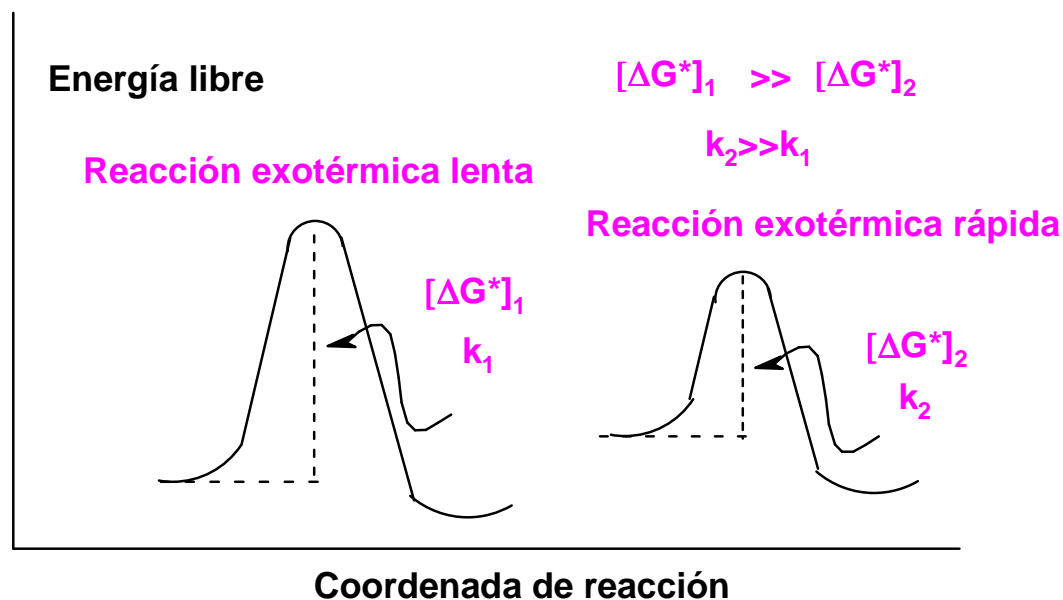
Biciclo-[2,2,2]-1-octeno
No admite un doble enlace
en cabeza de puente

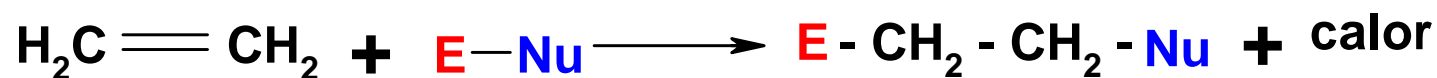
En general, en cabeza de puente sólo puede formarse un doble enlace en aquellos biciclos que posean un ciclo de al menos 8 átomos de carbono, ya que el doble enlace presenta estereoquímica trans, siendo esto conocido como regla de Bredt.

Propiedades químicas de los alquenos



Las reacciones típicas de los alquenos son las Ad y en ellas se rompe el enlace pi, creándose un nuevo enlace C-E con el par pi del doble enlace y otro enlace C - Nu con el par electrónico del enlace E - Nu. Desde el punto de vista termodinámico son reacciones exotérmicas, es decir, desprenden calor, pues la energía que aporta la formación de los dos enlaces sigma, supera la energía necesaria para la ruptura del enlace pi. No obstante, no conviene creer que todas las reacciones exotérmicas son rápidas, pues ello depende no del calor de reacción sino de la energía libre de activación ΔG^* .



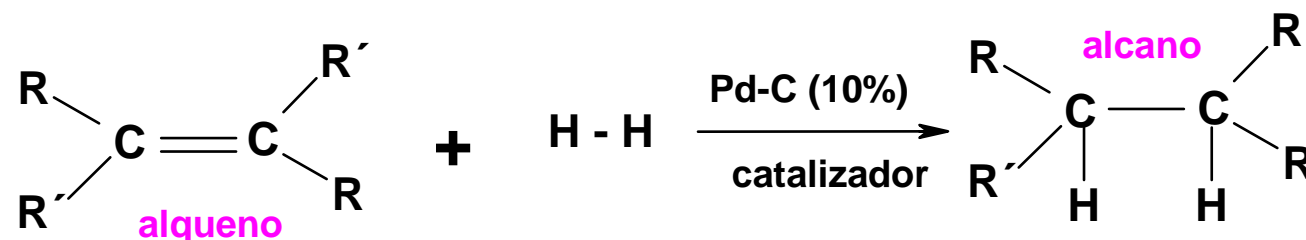
TABLA. Balance energético de algunas reacciones Ad_E

Ruptura enlace pi (kcal/mol)	Ruptura enlace E-Nu (kcal/mol)	Formación enlace C-E (kcal/mol)	Formación enlace C-Nu (kcal/mol)	- ΔH (kcal/mol)
65	H - H 104	C - H 98	C - H 98	27
65	Br - Br 46	C - Br 68	C - Br 68	25
65	H - Cl 103	C - H 98	C - Cl 80	10
65	H - OH 119	C - H 98	C - O 92	6

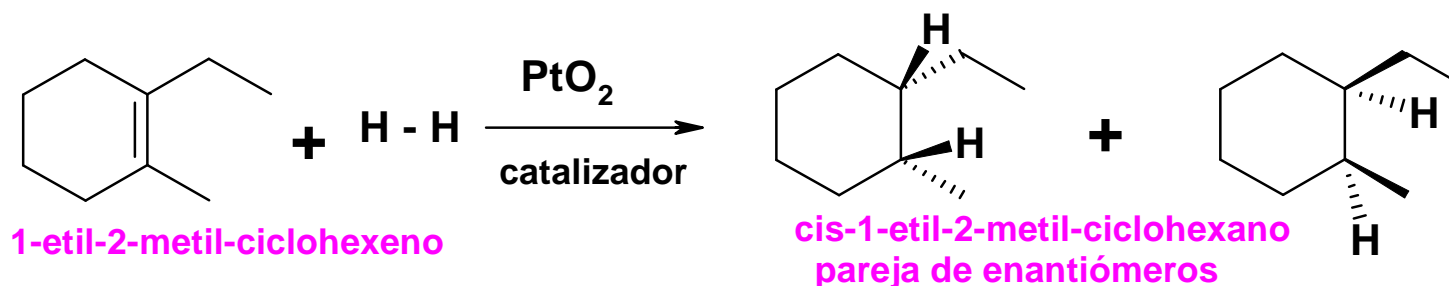
$$\Delta H = 65 + 104 - 98 - 98 = -27 \text{ kcal/mol}; \quad \Delta H = 65 + 46 - 68 - 68 = -25 \text{ kcal/mol};$$

$$\Delta H = 65 + 103 - 98 - 80 = -10 \text{ kcal/mol}; \quad \Delta H = 65 + 119 - 98 - 92 = -6 \text{ kcal/mol};$$

Hidrogenación de alquenos

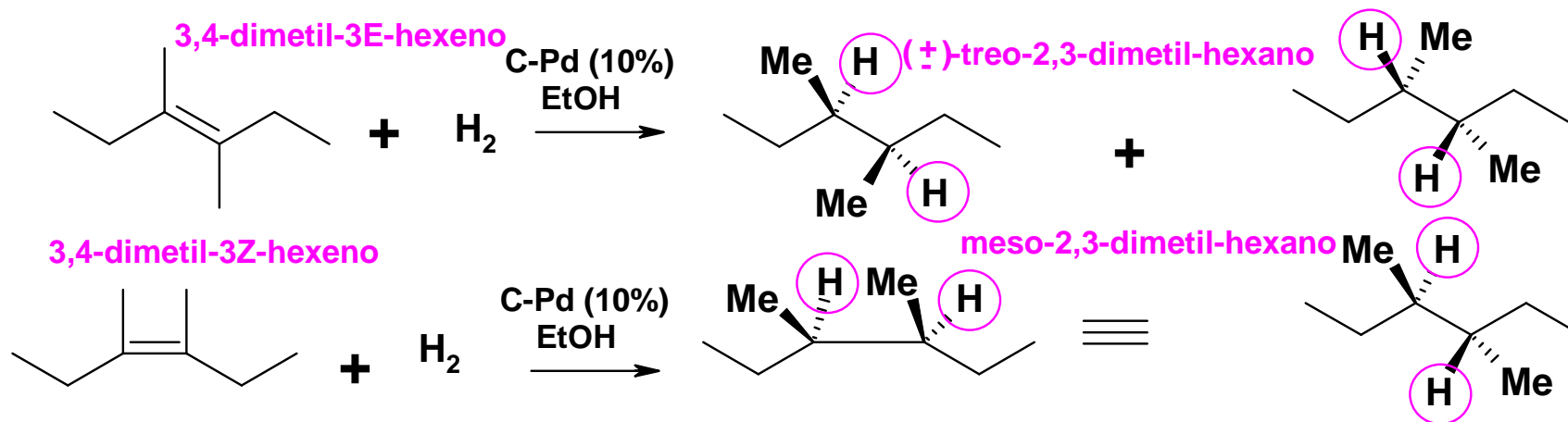


La adición es syn (los dos H entran por el mismo lado) y estereoespecífica.

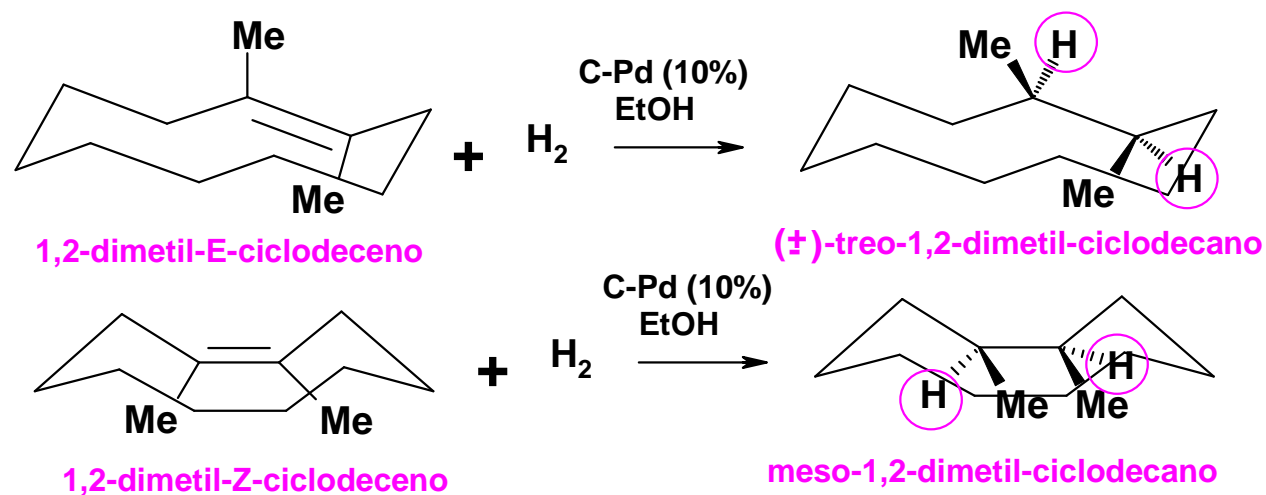


La hidrogenación de un cicloalqueno pequeño ocurre estereoselectivamente, es decir, sólo se genera un diastereómero como una forma racémica.

La hidrogenación catalítica es estereoespecífica, esto es, cuando dos alquenos diastereómeros se hidrogenan y se convierten en alcanos con dos centros quirales, los alcanos así obtenidos son diastereómeros entre sí, de modo que la reacción es estereoespecífica, pues dos alquenos diastereómeros dan origen a dos alcanos diastereómeros:

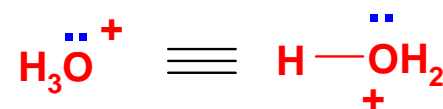
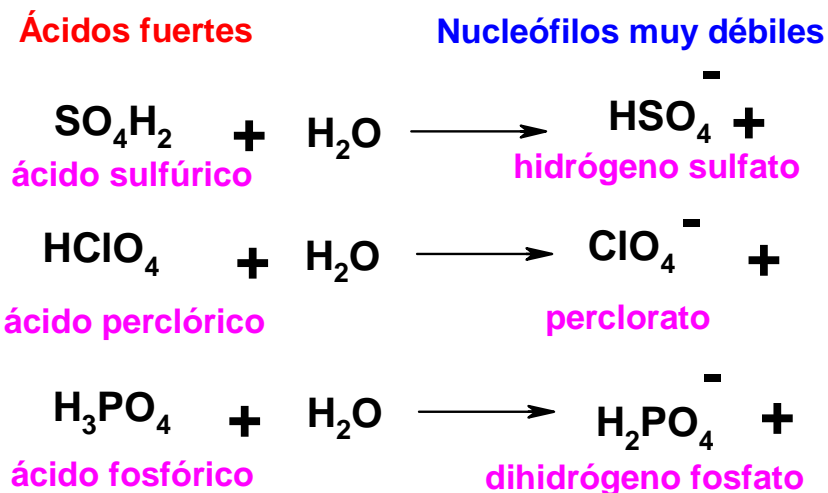


Al hidrogenar un cicloalqueno de tamaño pequeño o medio no puede apreciarse el carácter estereoespecífico de la reacción, pues los cicloalquenos pequeños sólo existen en forma cis. Si se usa un cicloalqueno grande (10 o más átomos de C) adecuadamente sustituido puede apreciarse nuevamente la estereoespecificidad.

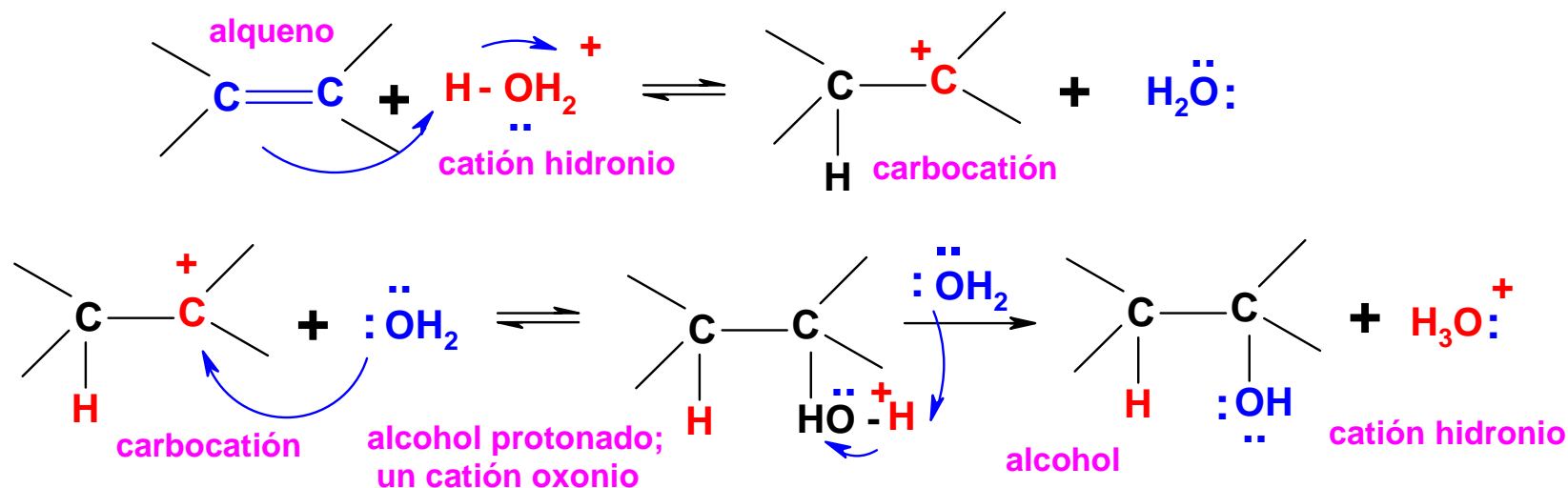


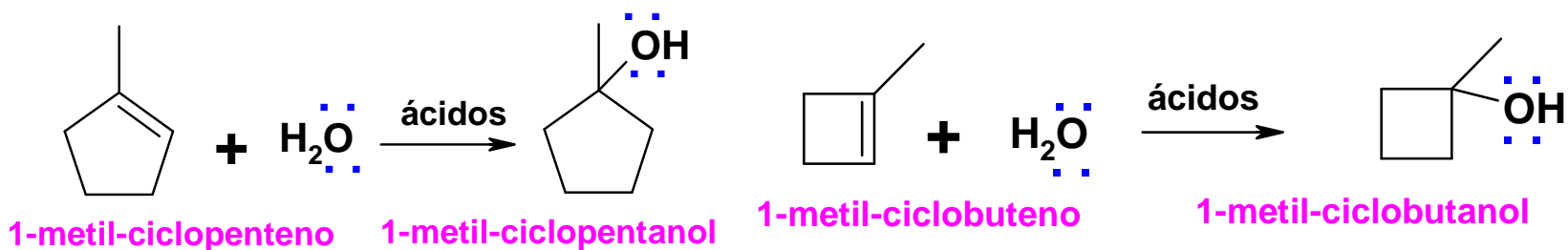
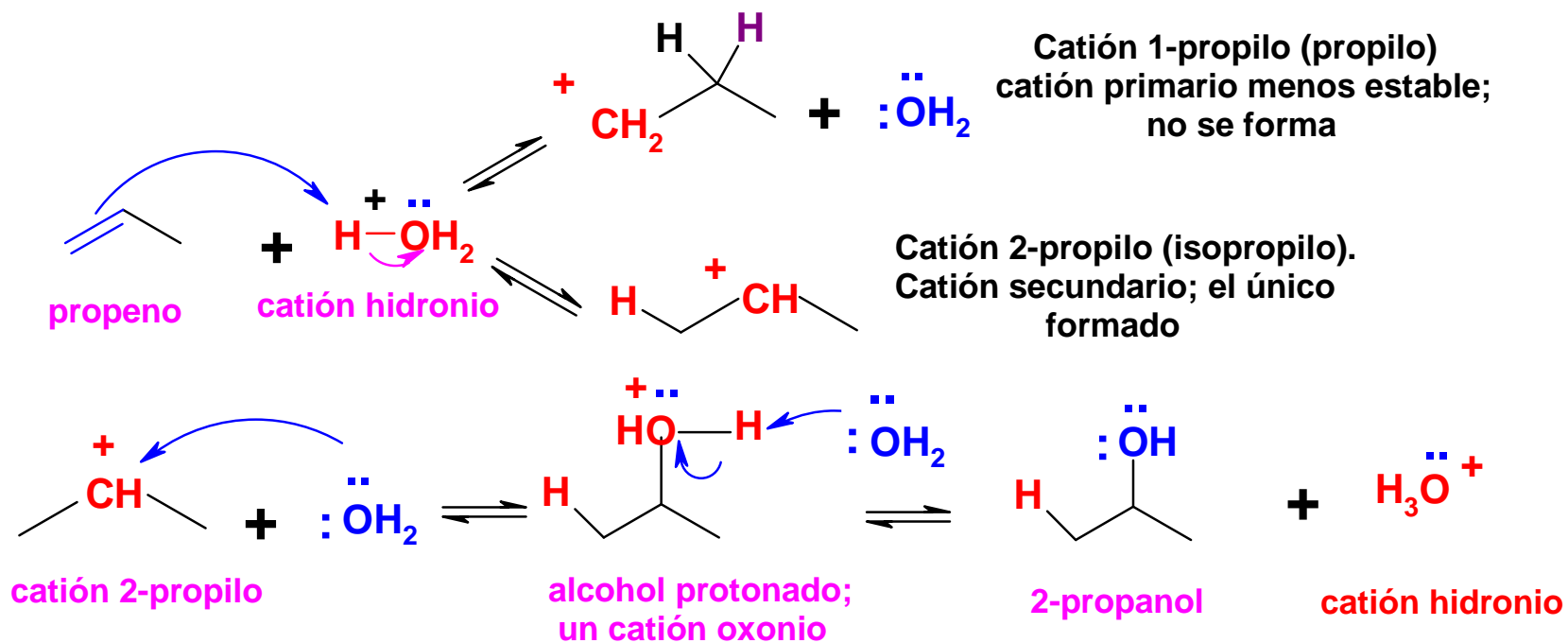
Adiciones electrófilas a los alquenos

1.- Hidratación de alquenos: formación de alcoholes



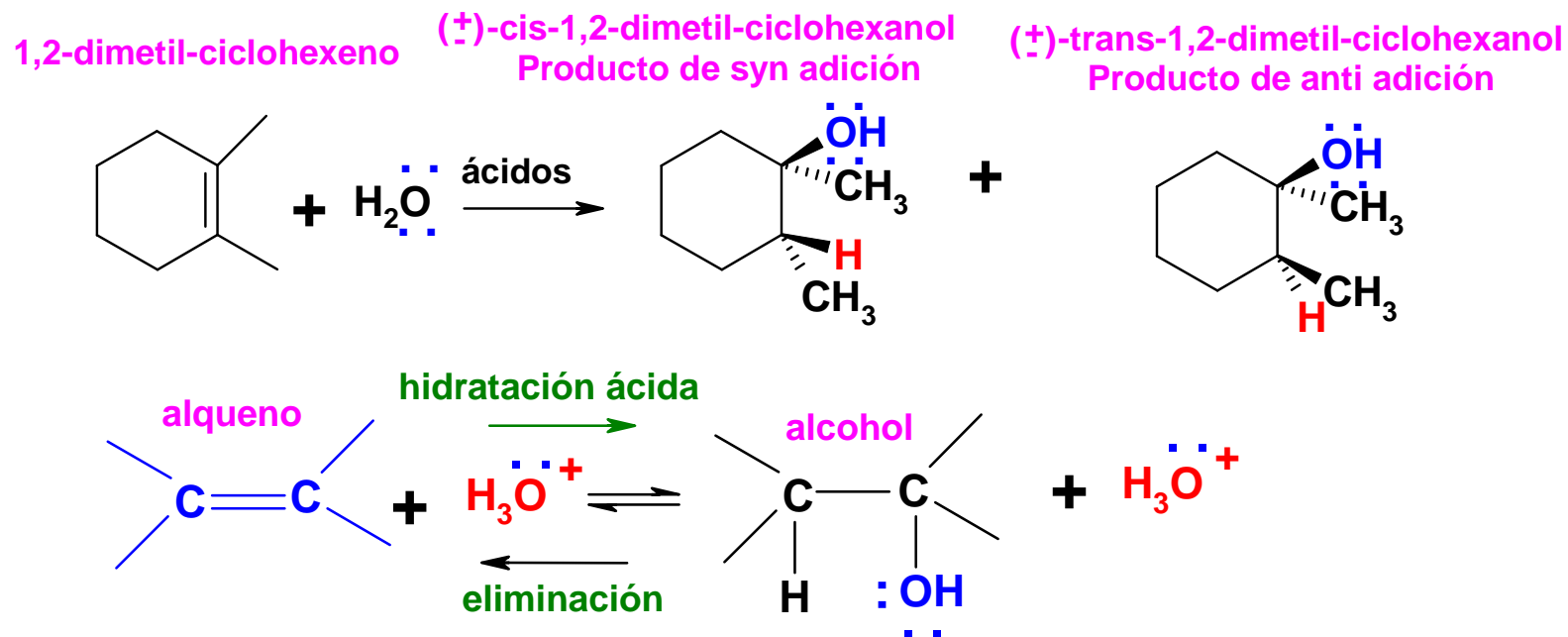
Catión hidronio; un catión oxonio.
 Buen electrófilo y un ácido fuerte.
 Es la única especie ácida existente en las soluciones acuosas de los ácidos minerales fuertes (HX, H₂SO₄, HNO₃, HClO₄, etc.)





En la hidratación ácida de alquenos con los C de diferente grado de sustitución, se forma siempre el alqueno más sustituido. De aquí se deduce que salvo el eteno, ningún otro alqueno puede dar por hidratación ácida un alcohol primario.

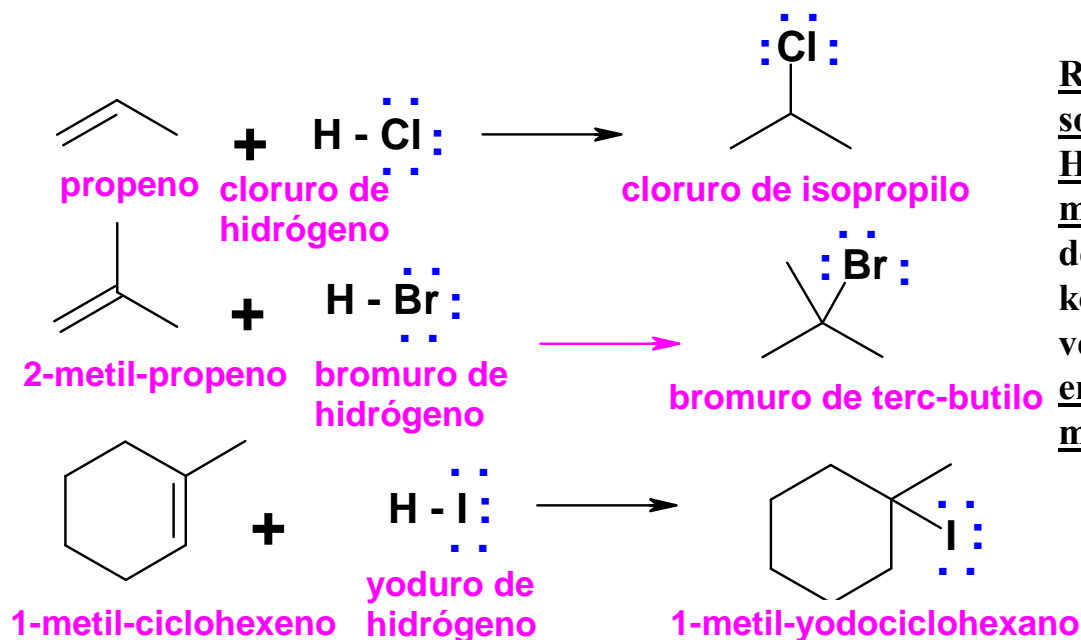
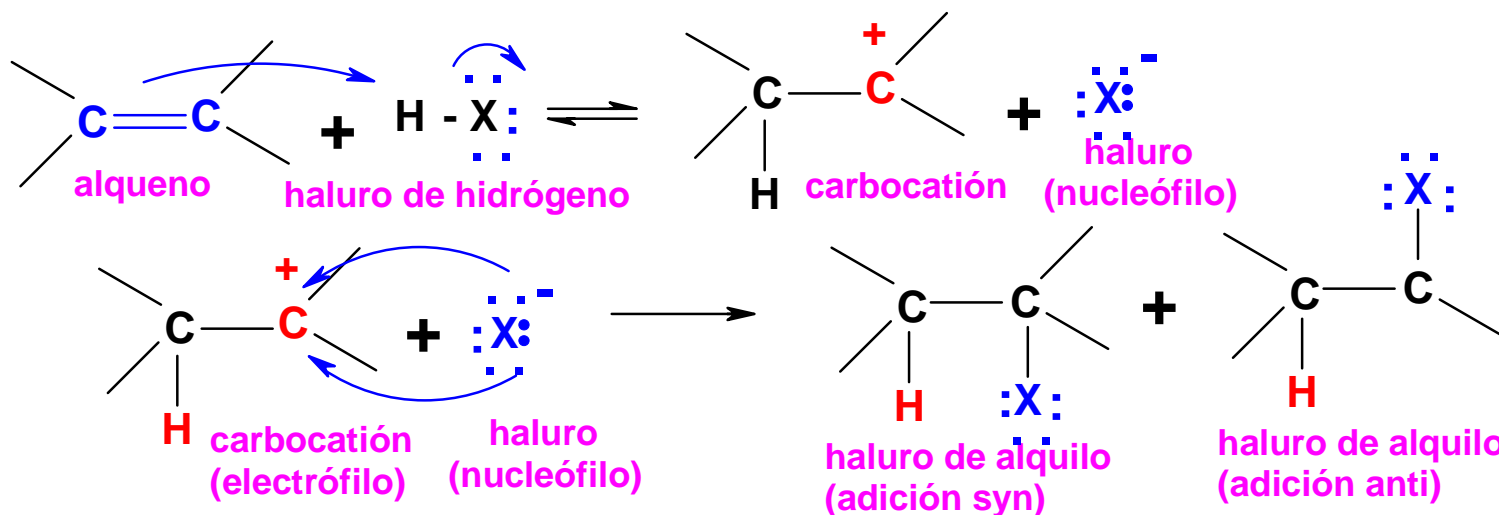
La hidratación ácida de alquenos no es estereoespecífica y se lleva a cabo con mezcla de adición syn y anti, lo que conduce a mezcla de diastereómeros:



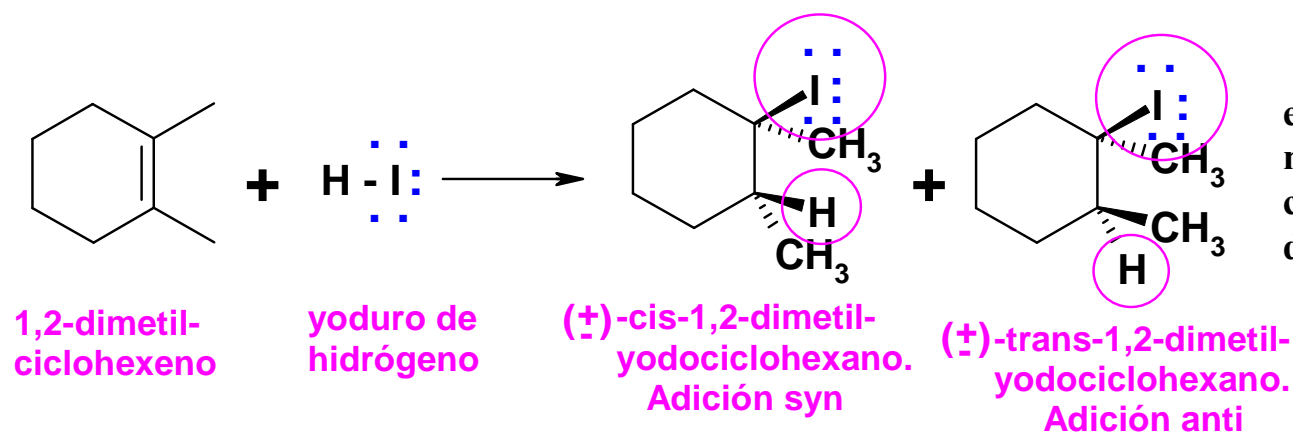
En presencia de ácidos, a bajas temperaturas y en exceso de agua, el equilibrio favorece la formación del alcohol, mientras que a temperaturas elevadas el equilibrio se desplaza hacia el alqueno.

2.- Adición de hidrácidos: formación de haluros de alquilo

Los hidrácidos (HCl, HBr y HI) se adicionan a los alquenos, bien en fase gaseosa, bien disueltos en ácido acético (pero nunca disueltos en agua) para formar haluros de alquilo.

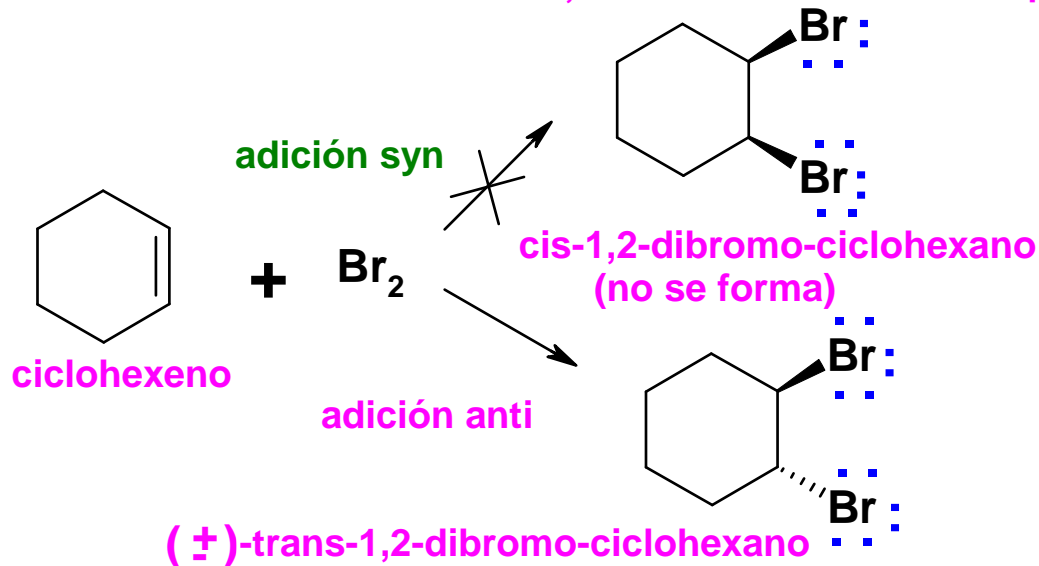
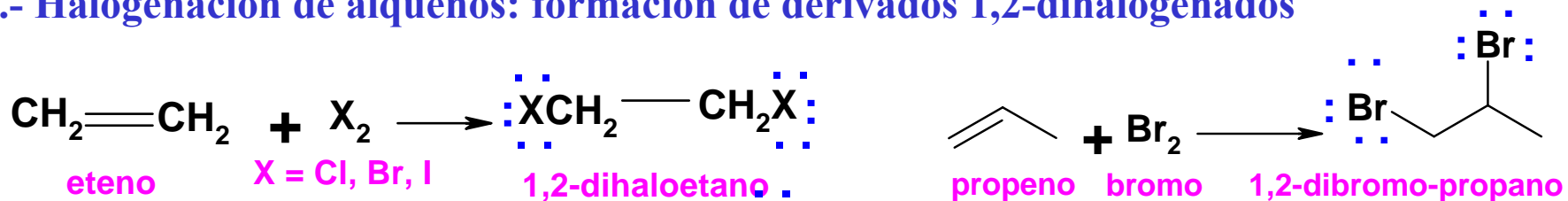


Regla de Markownikow.- La adición de HX sobre un alqueno se produce de modo que el H se une al C menos sustituido y el X al C más sustituido. Este resultado fue enunciado de manera empírica por el químico ruso Markownikow y hoy lo explicamos sin más que ver que **la adición se produce de manera que en la primera etapa se forme el carbocatión más estable.**

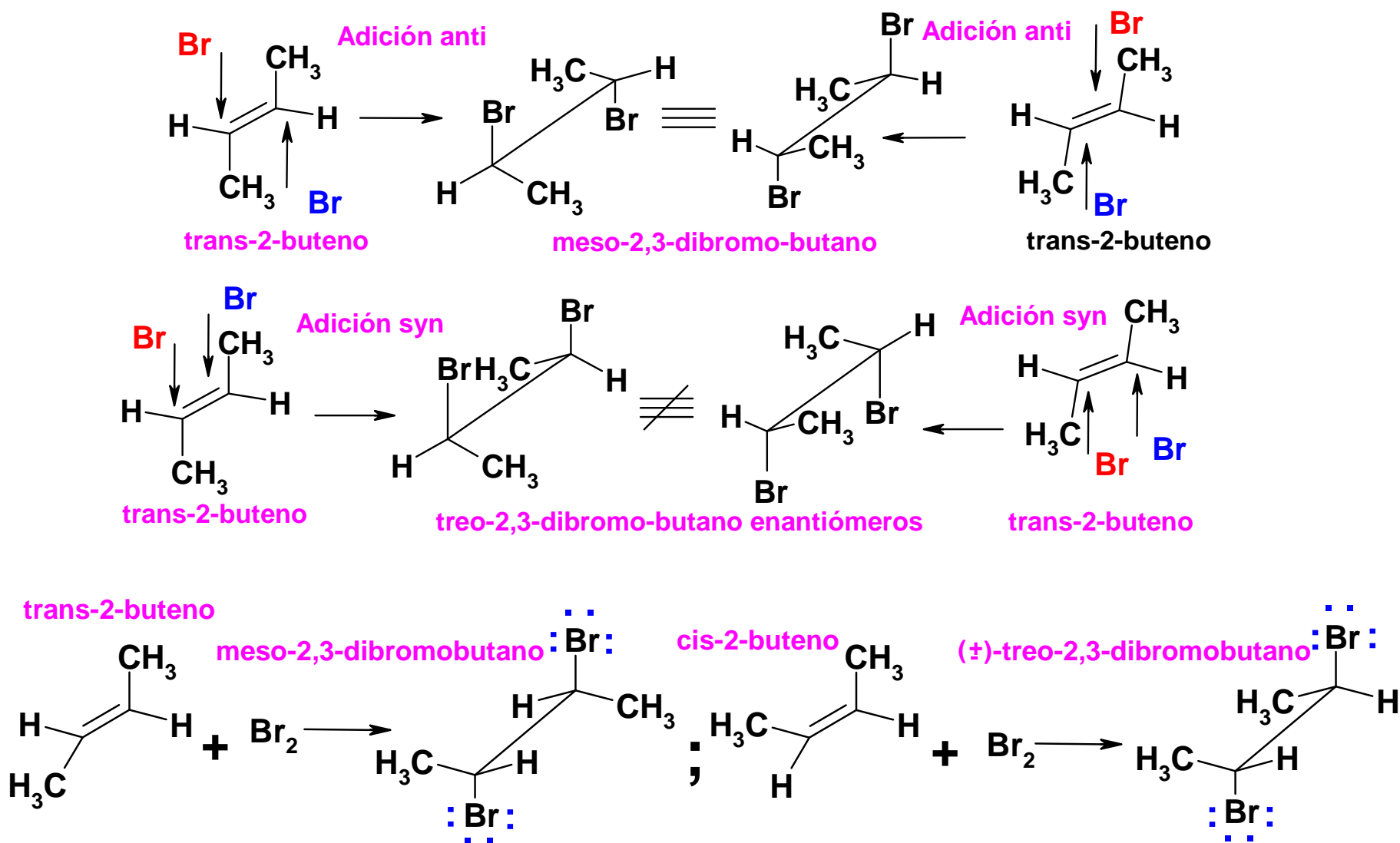


La adición no es estereoespecífica y ocurre con mezcla de adición syn y anti, con lo que se forman mezclas de diastereómeros.

3.- Halogenación de alquenos: formación de derivados 1,2-dihalogenados

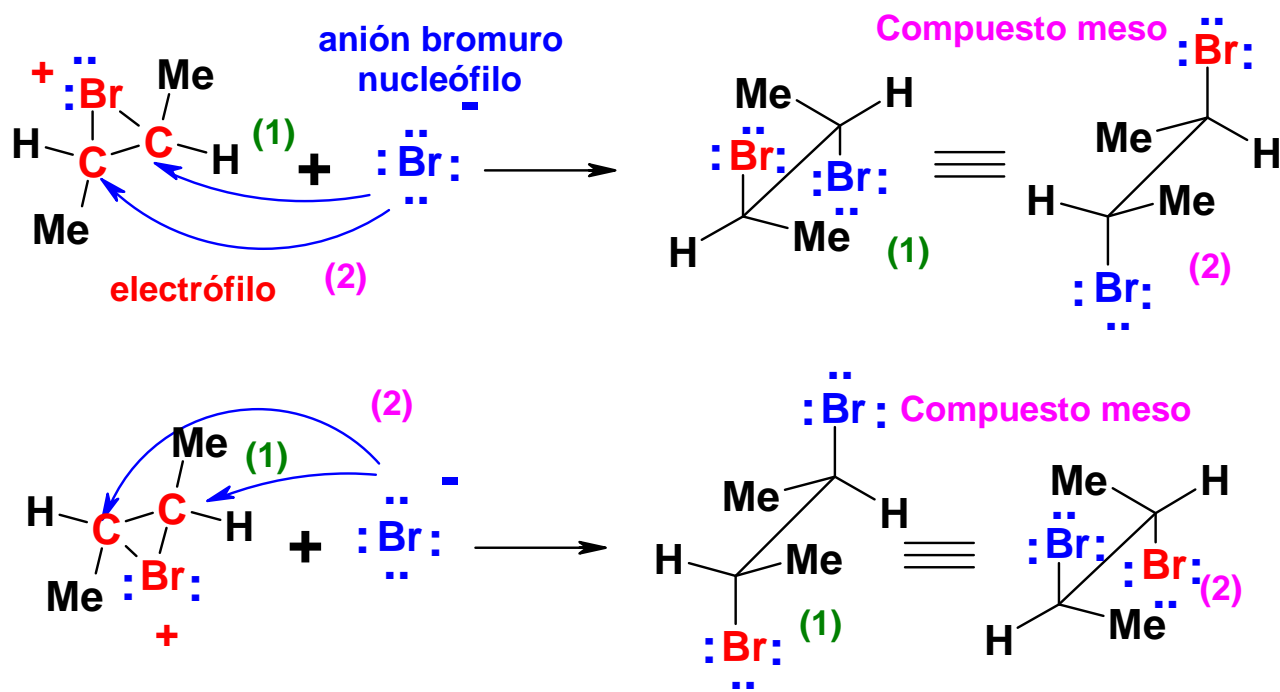
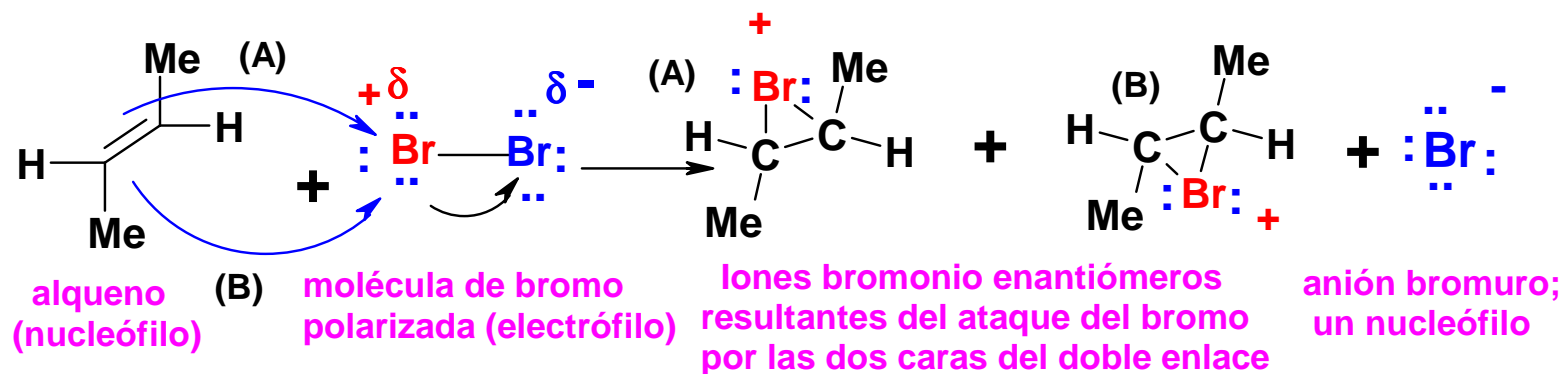


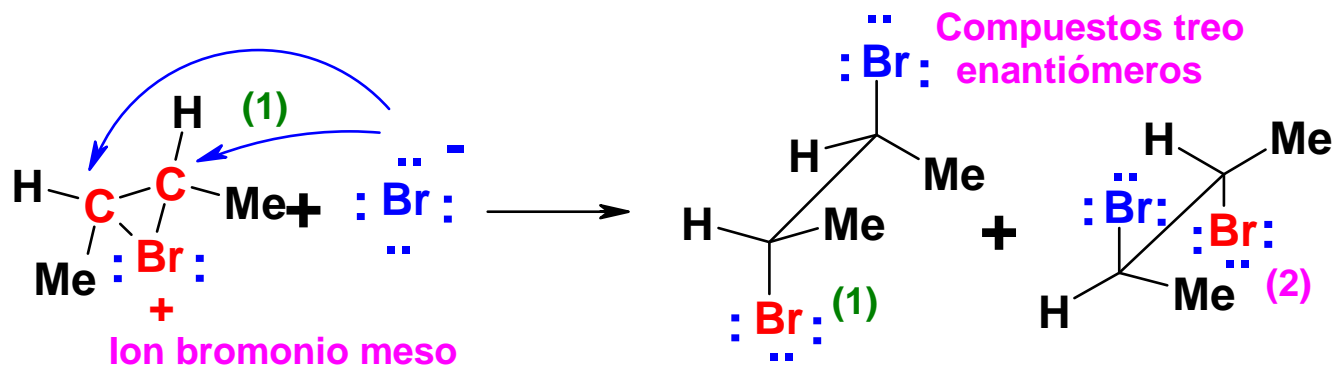
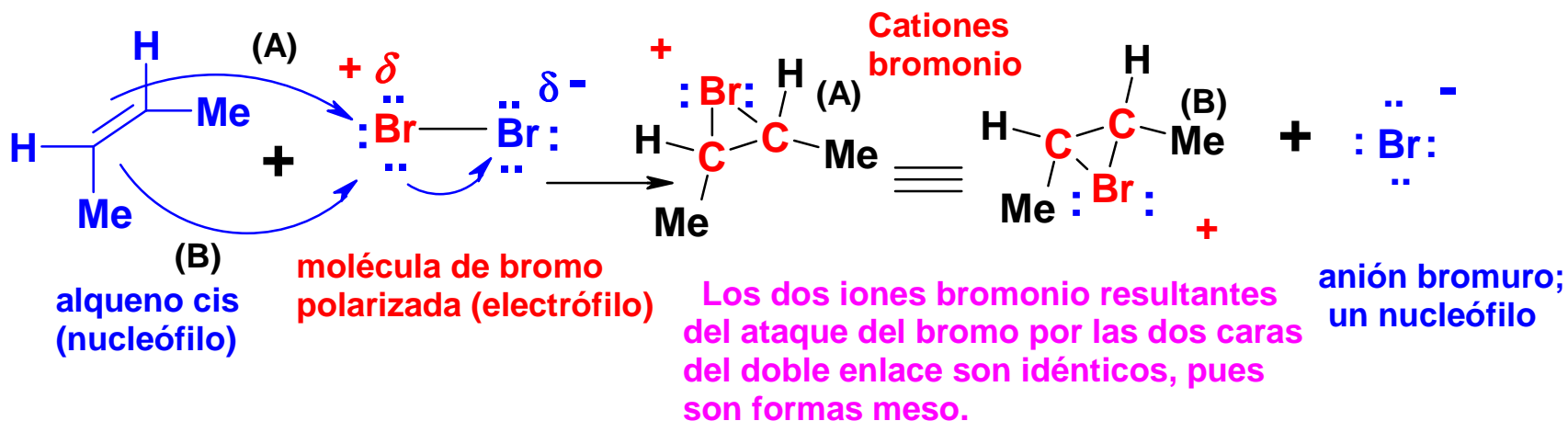
La adición de halógeno es estereoespecífica y se produce de manera anti, es decir, con los dos átomos de bromo entrando por lados diferentes del doble enlace.



En general, la halogenación de alquenos es estereoespecífica (alquenos *cis* y *trans* producen derivados dihalogenados diastereómeros) y ocurre de manera anti, es decir, con los dos halógenos entrando por caras diferentes del doble enlace.

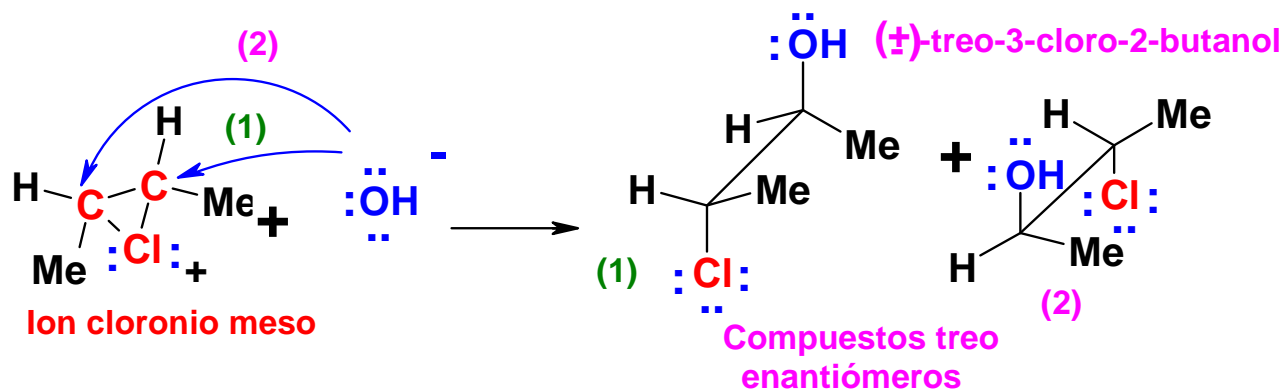
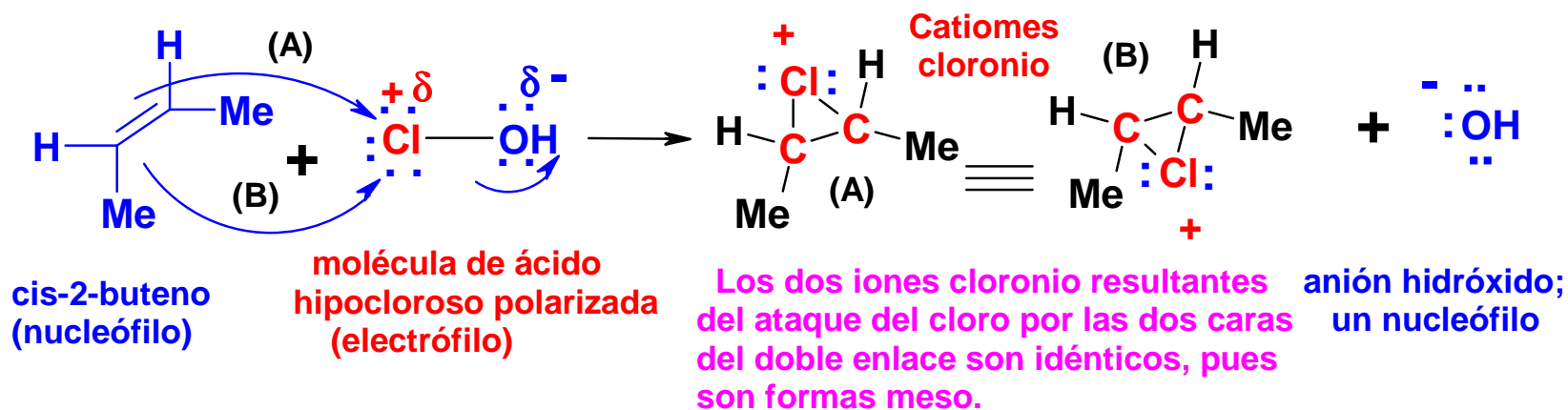
Mecanismo de la halogenación



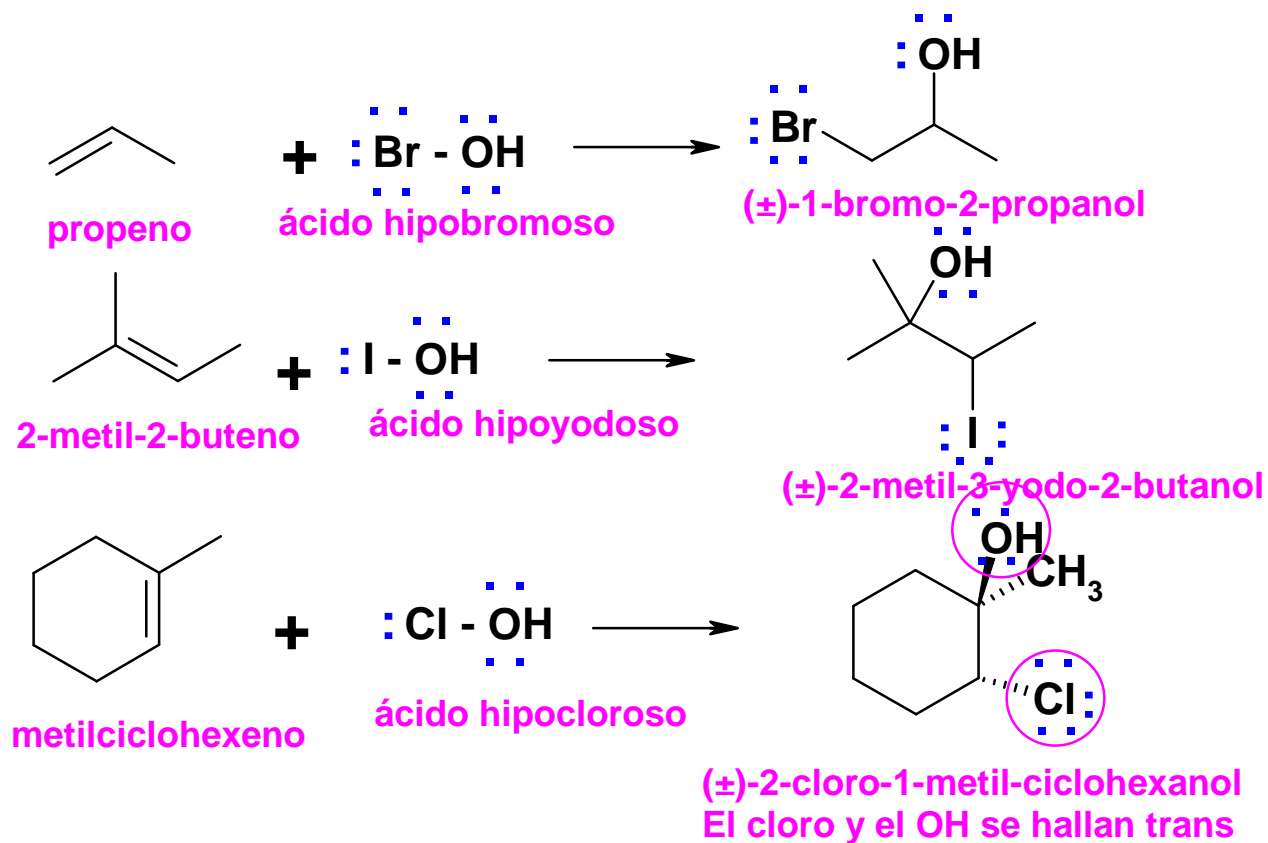


4.- Adición de ácidos hipohalogenosos

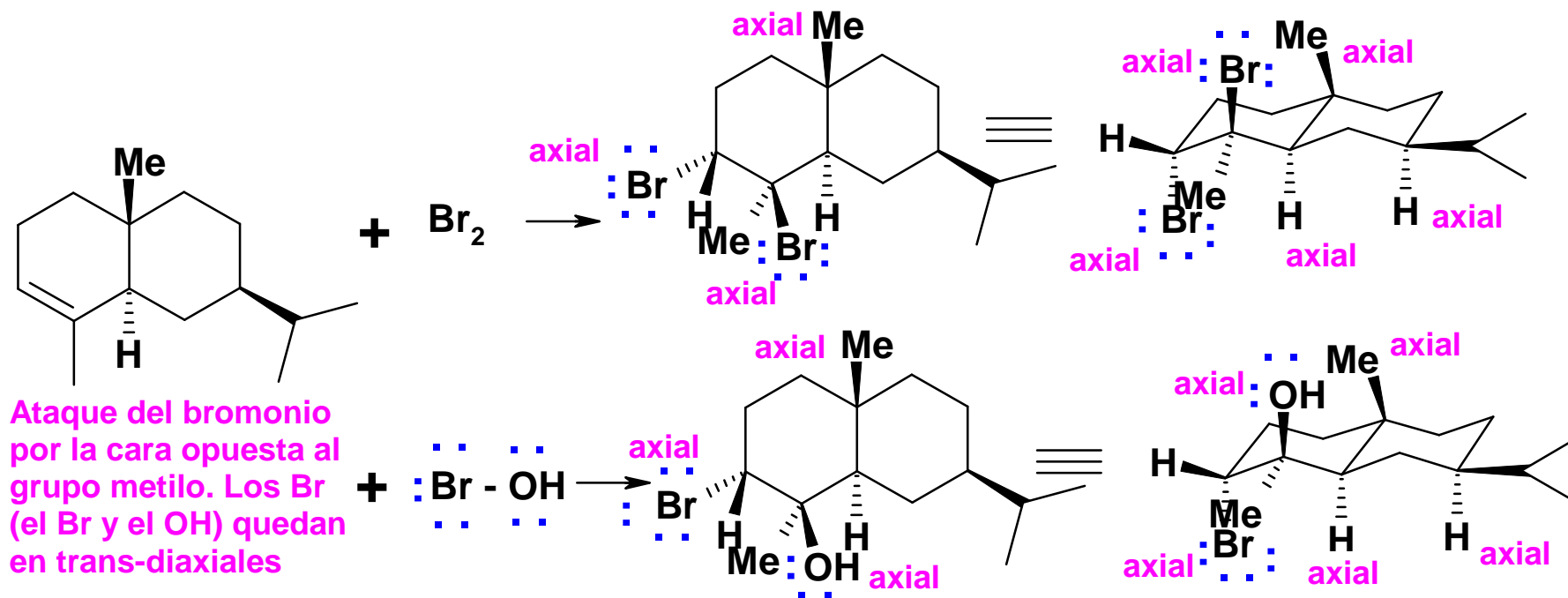
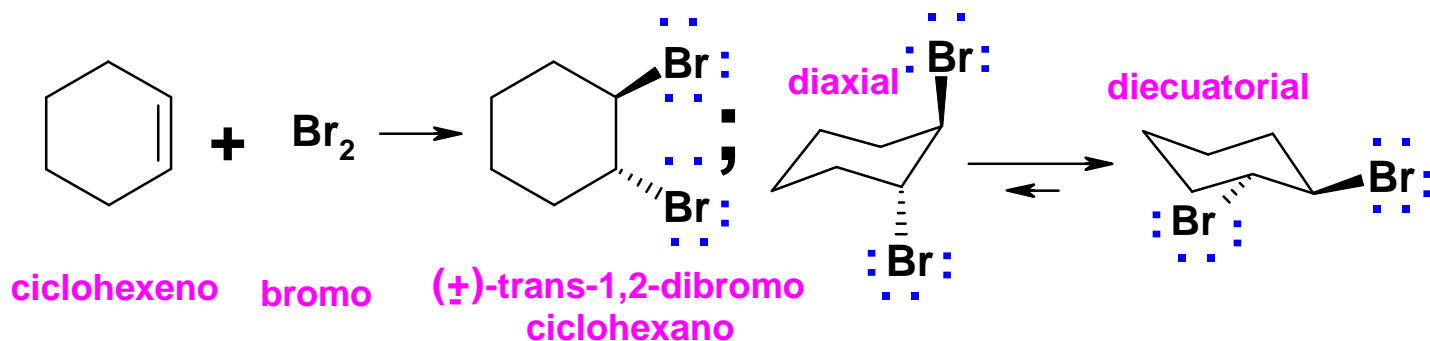
Los ácidos hipohalogenosos son Cl-OH , Br-OH , I-OH y desde el punto de vista de la polarización de las moléculas puede considerarse que el halógeno (**X**) es la parte electrófila y el hidroxilo (**OH**) la parte nucleófila, (**X-OH**). La adición de estas moléculas a los alquenos sigue un curso muy similar al de los halógenos, pues se efectúa a través de un ion halogenonio cíclico, seguido del ataque nucleófilo del anión hidróxido de forma anti.

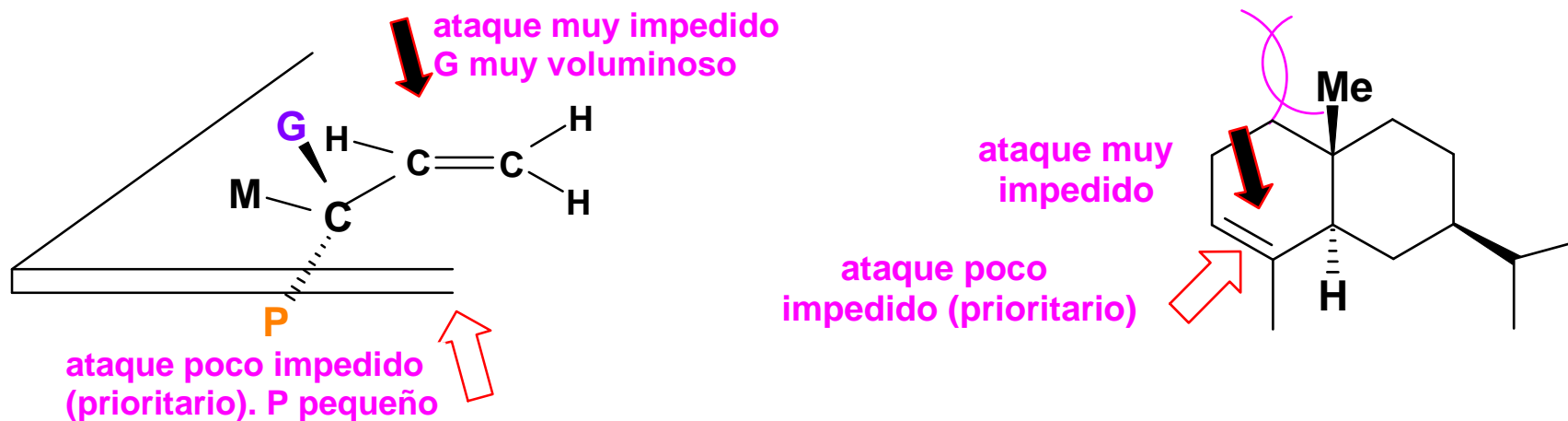


Las adiciones de ácidos hipohalogenosos no sólo son estereoespecíficas sino muy regioselectivas, de modo que si los dos carbonos del doble enlace no se hallan igualmente sustituidos, el halógeno se une al carbono menos sustituido y el hidroxilo al carbono más sustituido, como se puede apreciar en los siguientes ejemplos:

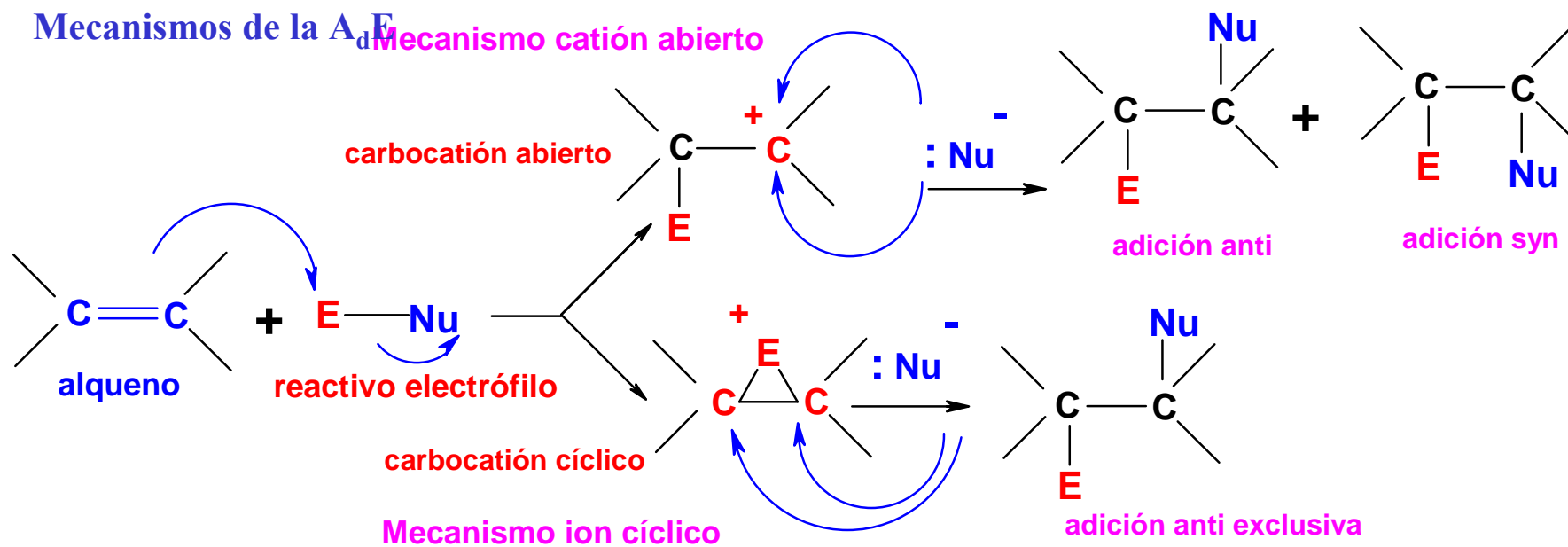


Cuando próximo al doble enlace se halle un centro estereogénico portador de un grupo voluminoso, éste orienta la entrada de halógeno por el lado contrario al que se halla este grupo. Además, en los compuestos cíclicos, tanto en las halogenaciones como en las adiciones de ácidos hipohalogenosos, los dos grupos que se adicionan al doble lo hacen en anti, quedando inicialmente en trans – diaxial. Si la molécula tiene movilidad conformacional, rápidamente se adopta la conformación diecuatorial.





Mecanismos de la A_dE



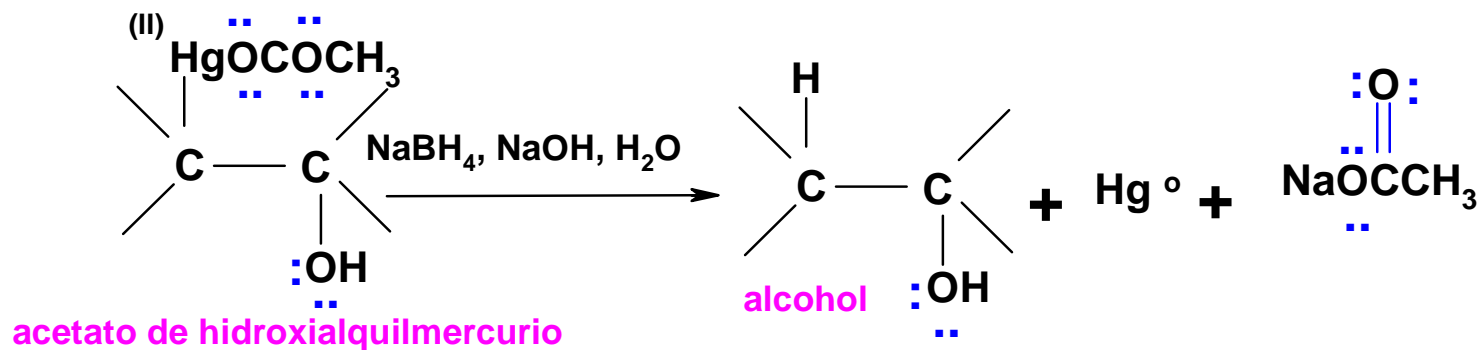
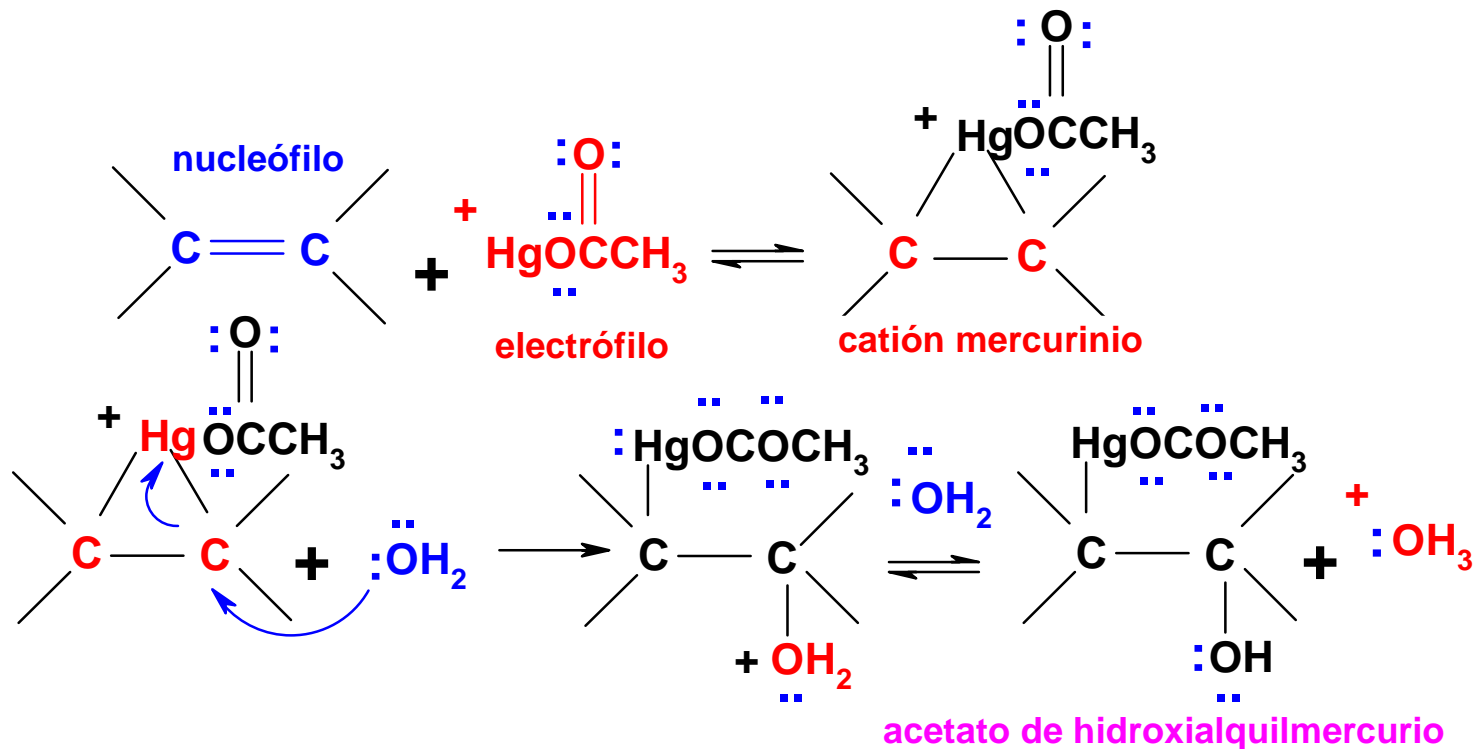
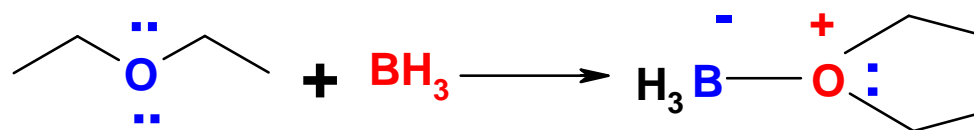


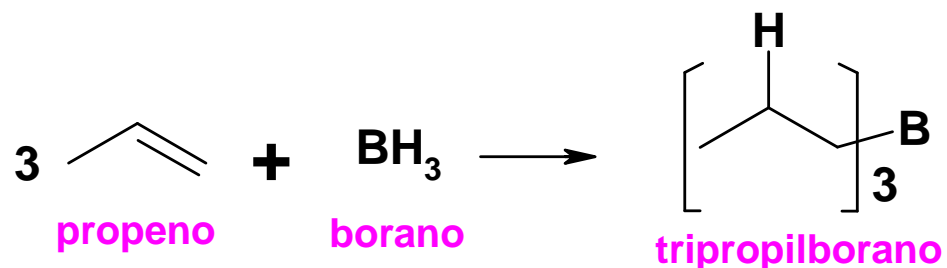
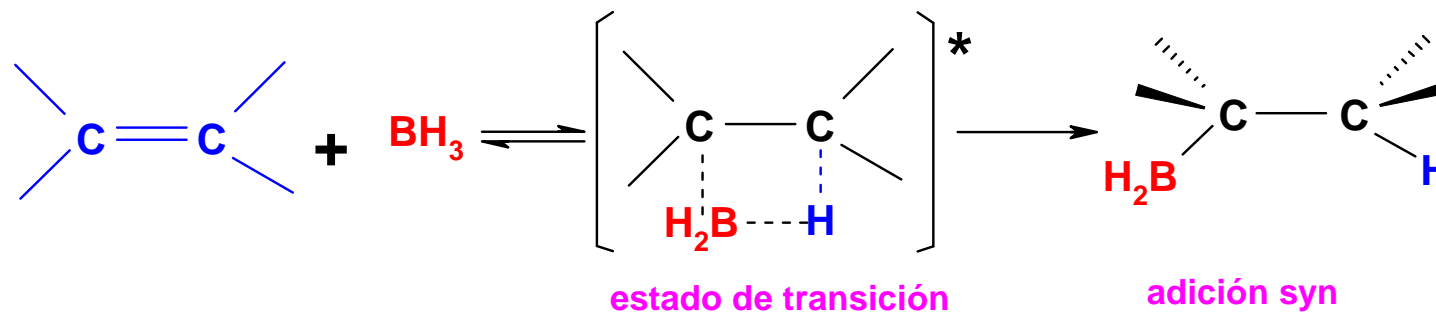
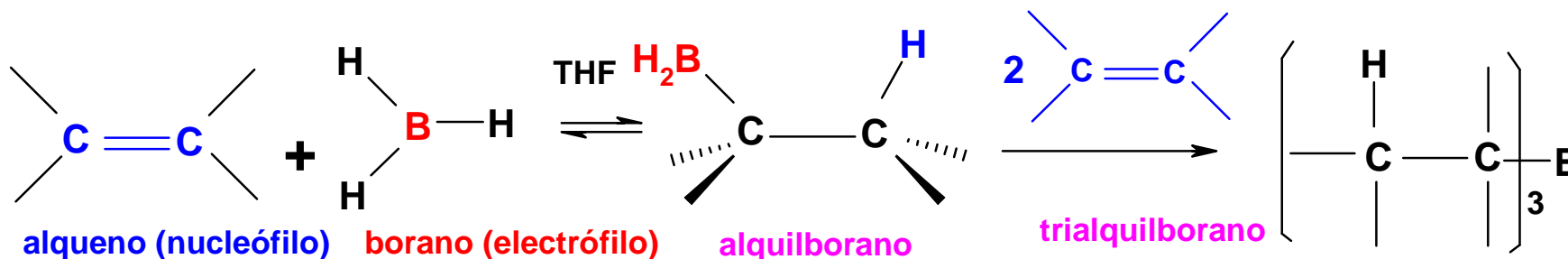
TABLA II. Resumen de las más importantes reacciones Ad_E a los alquenos

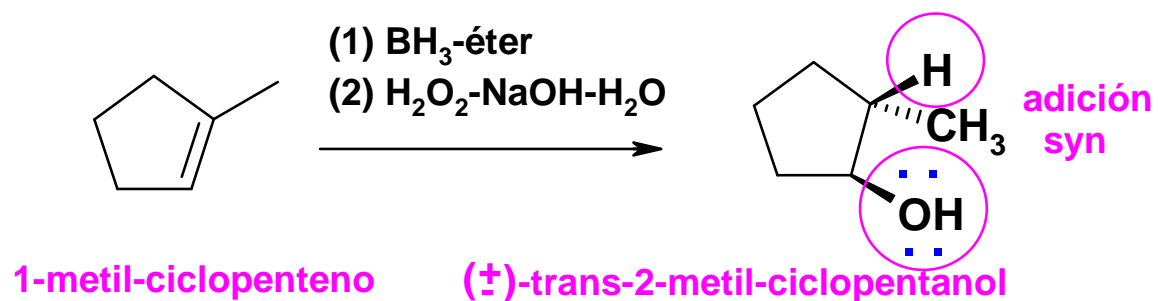
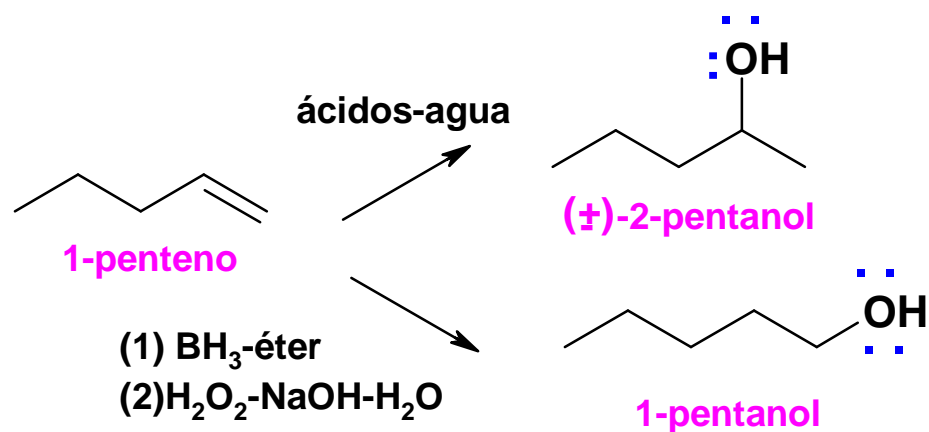
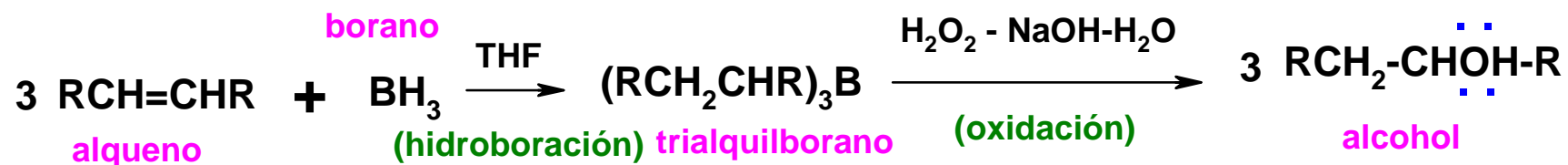
Reactivo	E^+	Nu^-	C. Estereoquímico	Producto
Ácido + Agua H_3O^+	H	OH	syn + anti	Alcoholes -C (H) - C (OH)-
Haluros de hidrógeno (H - X)	H	X	syn + anti	Haluros de alquilo -C (H) - C (X)-
Halógenos X - X	X	X	anti	Derivados dihalogenados -C (X) - C (X)-
Ácidos hipohalogenados X - OH	X	OH	anti	1,2-Halohidrinas -C (X) - C (OH)-
Cloruro de bromo Cl - Br	Br	Cl	anti	1,2-Bromocloroalcanos -C (Br) - C (Cl)-
Cloruro de yodo Cl - I	I	Cl	anti	1,2-Yodocloroalcanos -C (I) - C (Cl)-
Bromuro de cianógeno Br - $C \equiv N$	Br	$C \equiv N$	anti	2-Bromonitrilos -C (Br) - C (CN)-
Cloruro de sulfenilo Cl - SR	Cl	SR	anti	1,2-tioalquilcloroalcanos -C (Cl) - C (SR)-
Acetato mercuríco Hg - OAc	AcOHg	OAc	anti	-C (HgOAc) - C (OAc)-

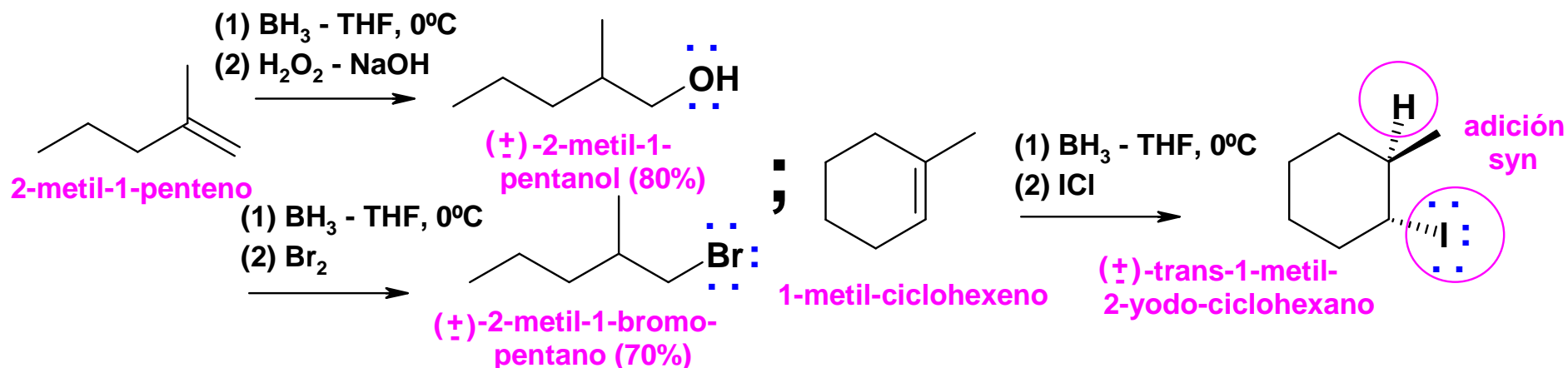
5.- Hidroboración-Oxidación de alquenos: preparación de alcoholes



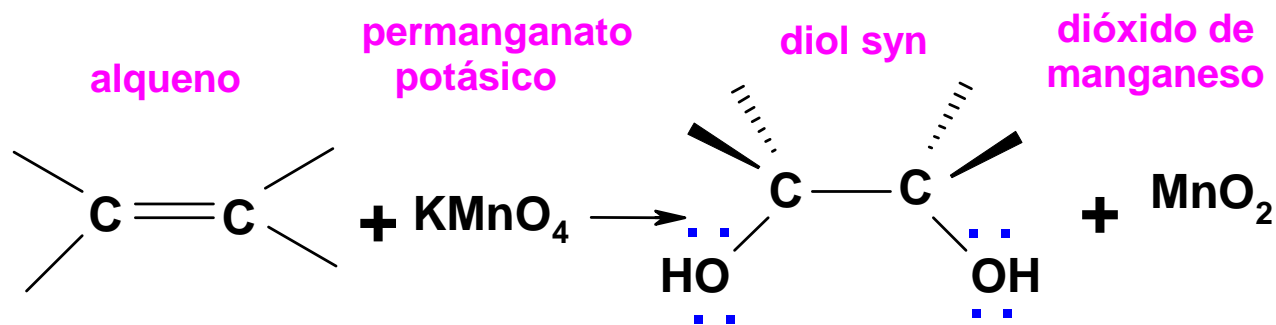
complejo borano-éter



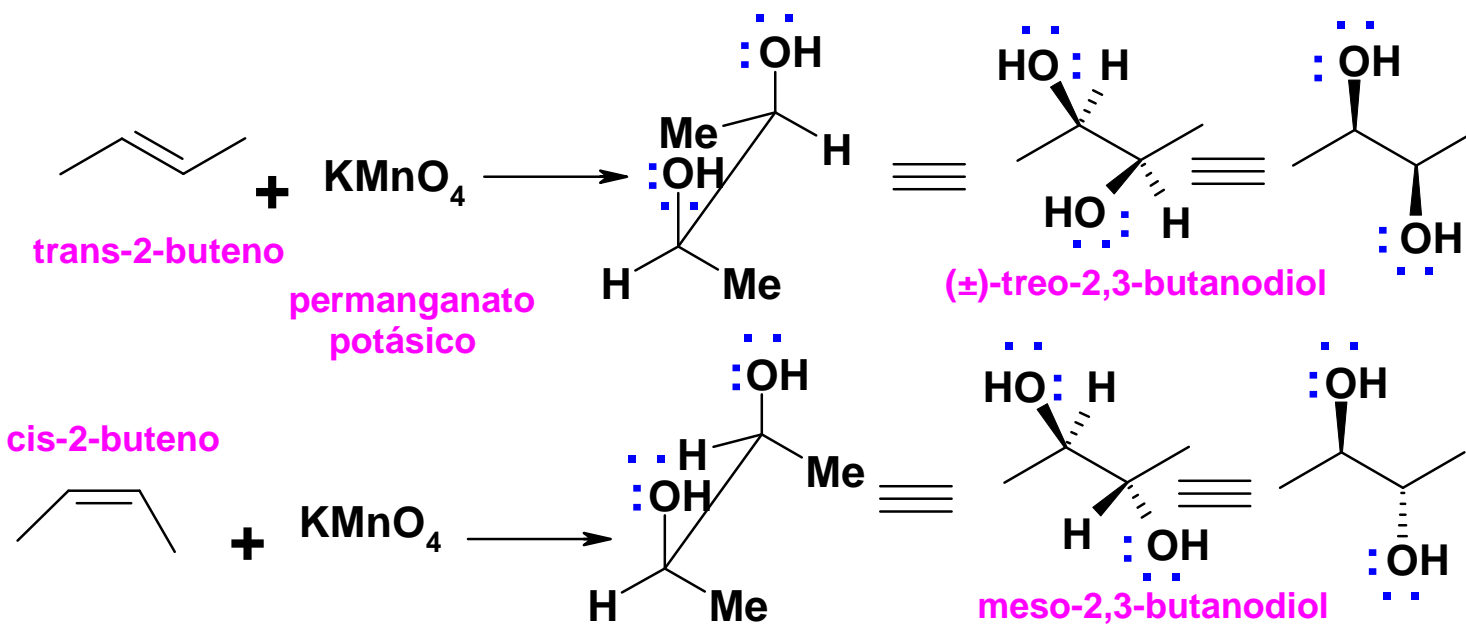




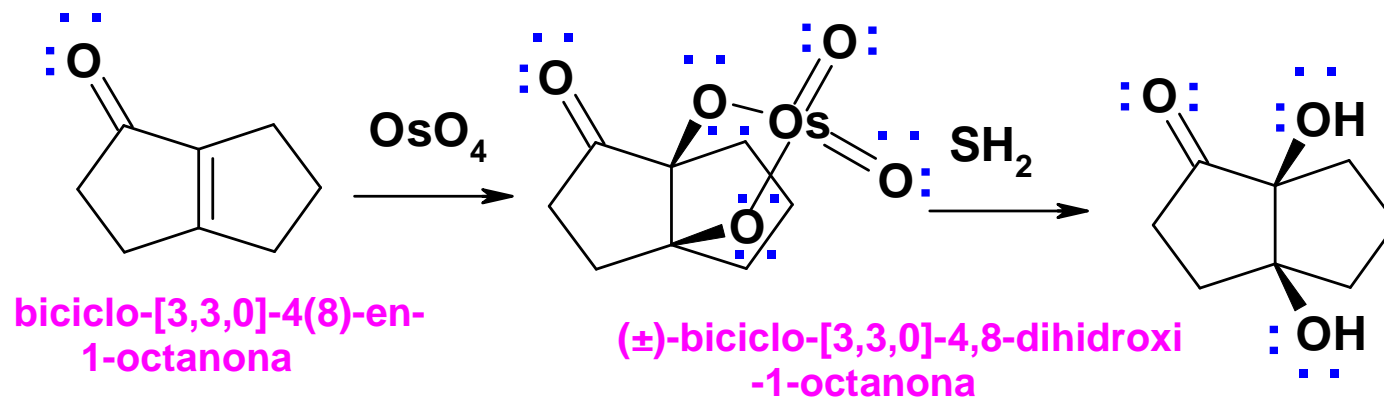
6.- Dihidroxiación de alquenos: preparación de dioles

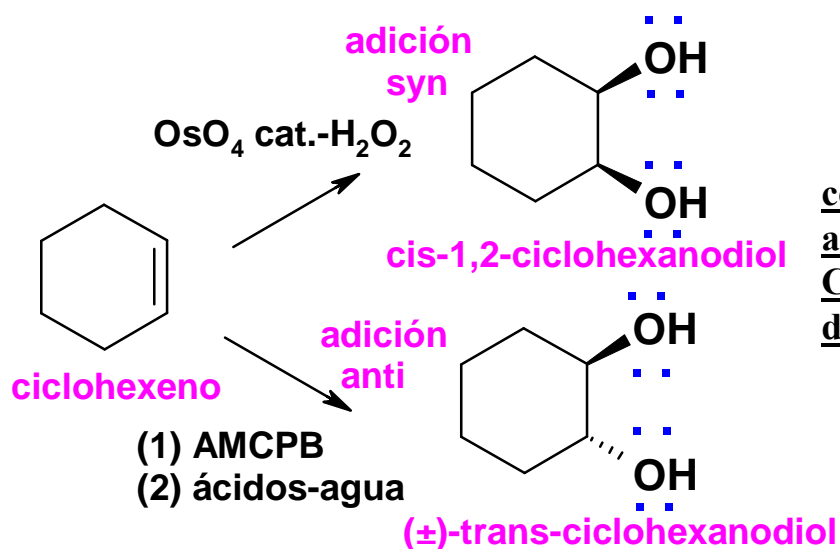
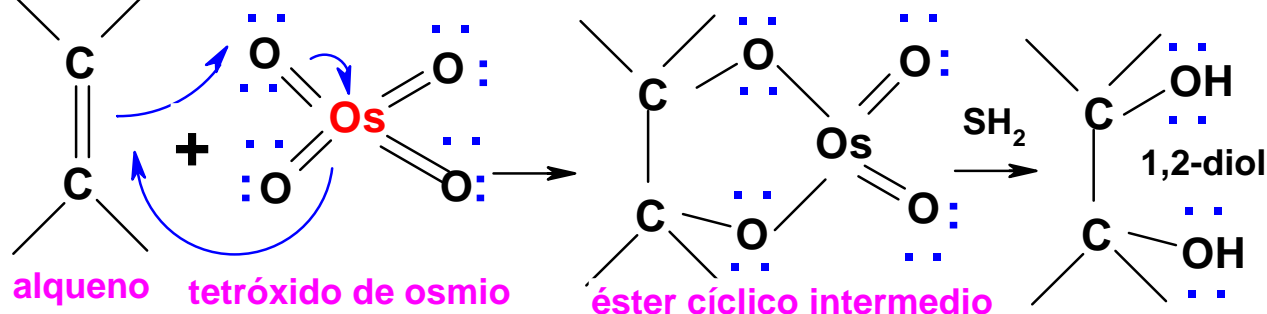


La reacción debe efectuarse en solución acuosa diluida y fría, pues el KMnO_4 es capaz de sobreoxidar a los dioles resultantes rompiéndolos y transformándolos en compuestos carbonílicos. El subproducto de la reacción es MnO_2 , un compuesto que en condiciones neutras no reacciona con el alqueno ni con el diol. La reacción es un proceso redox, en el que el alqueno se oxida a diol y el permanganato se reduce a dióxido de manganeso:



La reacción es syn y estereoespecífica, de modo que el trans-2-buteno y el cis-2-buteno proporcionan treo y meso-2,3-butanodiol, respectivamente, demostrando que la reacción es una adición syn.



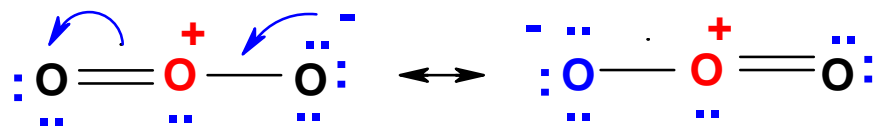


La dihidroxilación es syn y por ello es un método complementario de la epoxidación seguida de la apertura en medio ácido, que conduce a dioles anti. Cuando se parte de un alqueno, se pueden obtener los dos posibles 1,2-dioles usando uno u otro método.

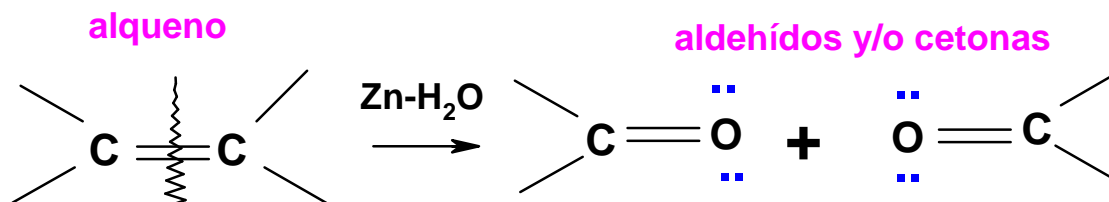
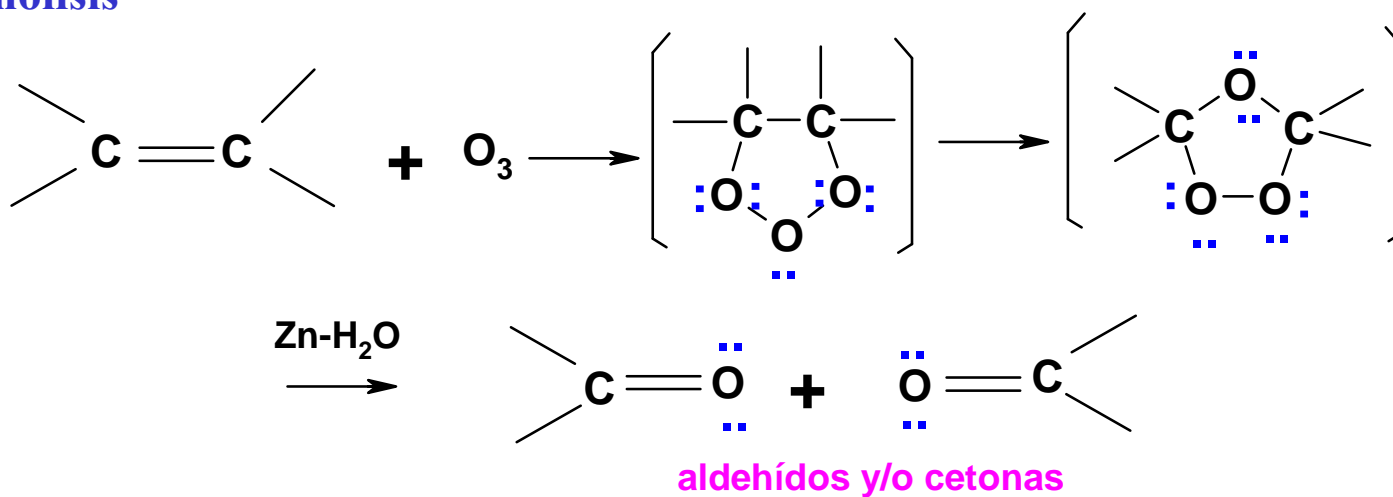
7.- Ozonólisis de alquenos

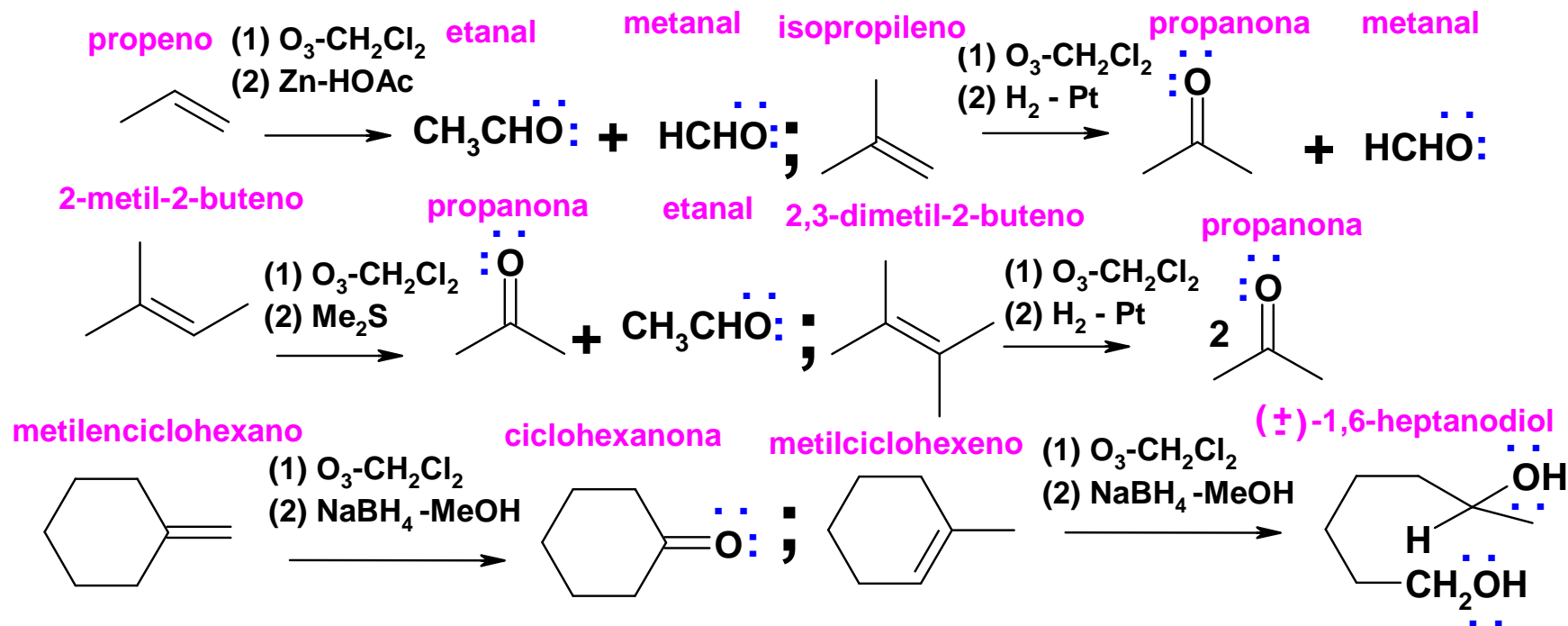
Los alquenos tratados con **ozono (O₃)** se transforman inicialmente en **ozónidos** que se reducen directamente a dos compuestos carbonílicos (iguales o diferentes según los sustituyentes del alqueno) en diversas condiciones (H₂ catalítica, Zn-HOAc, Me₂S) conocidas como condiciones reductoras. El **ozono** es una especie electrófila de oxígeno triatómica que se adiciona al alqueno para dar un **moloazónido**, que no es estable y se rompe para dar un carbonilo y un óxido de carbonilo que se unen para generar el ozónido:

Estructura del ozono

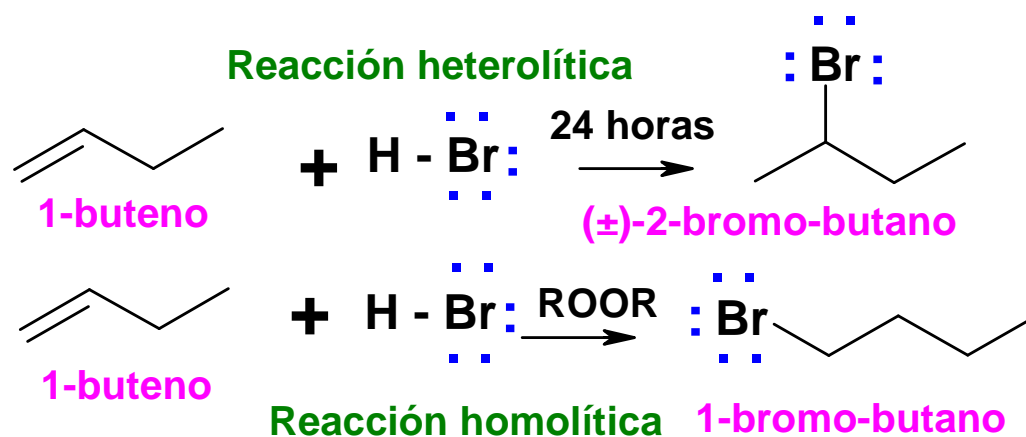


Ozonólisis

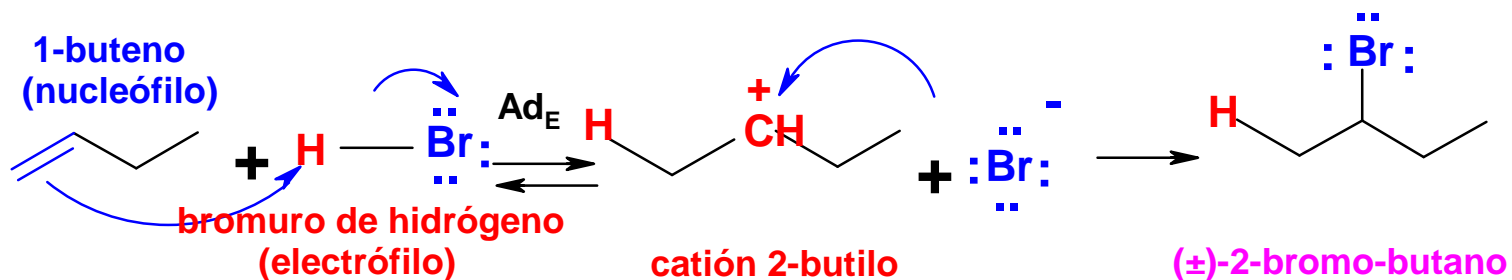




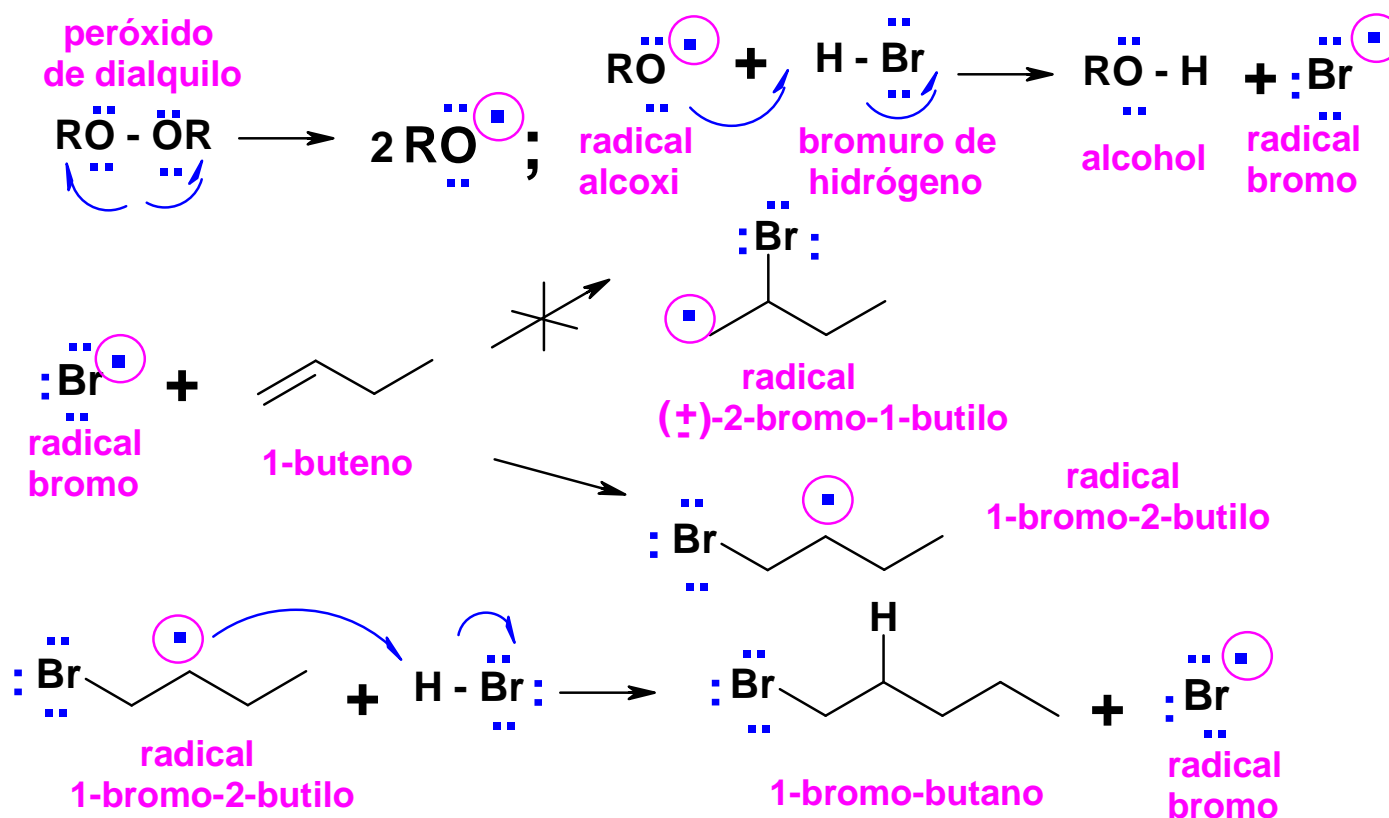
8.- Adiciones radicalarias de los alquenos



Adición electrófila (reacción heterolítica)



Adición radicalaria (reacción homolítica)

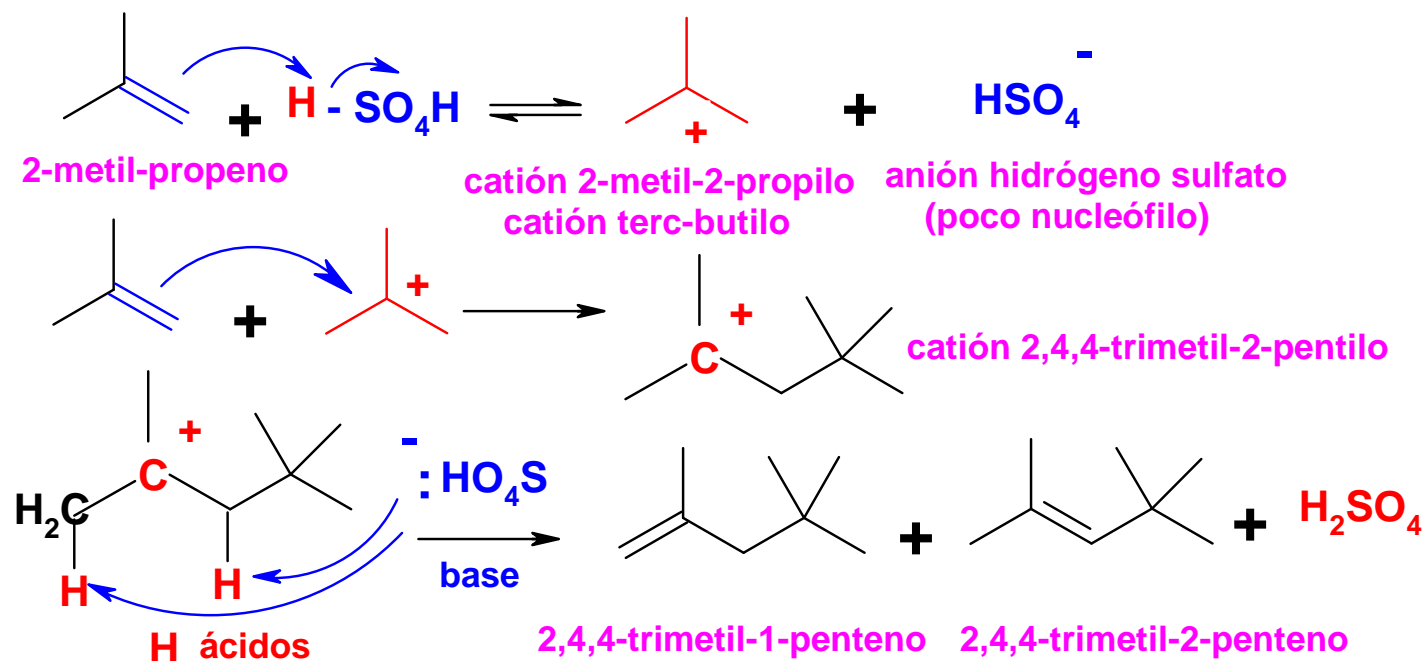


9.- Dimerización, oligomerización y polimerización de alquenos

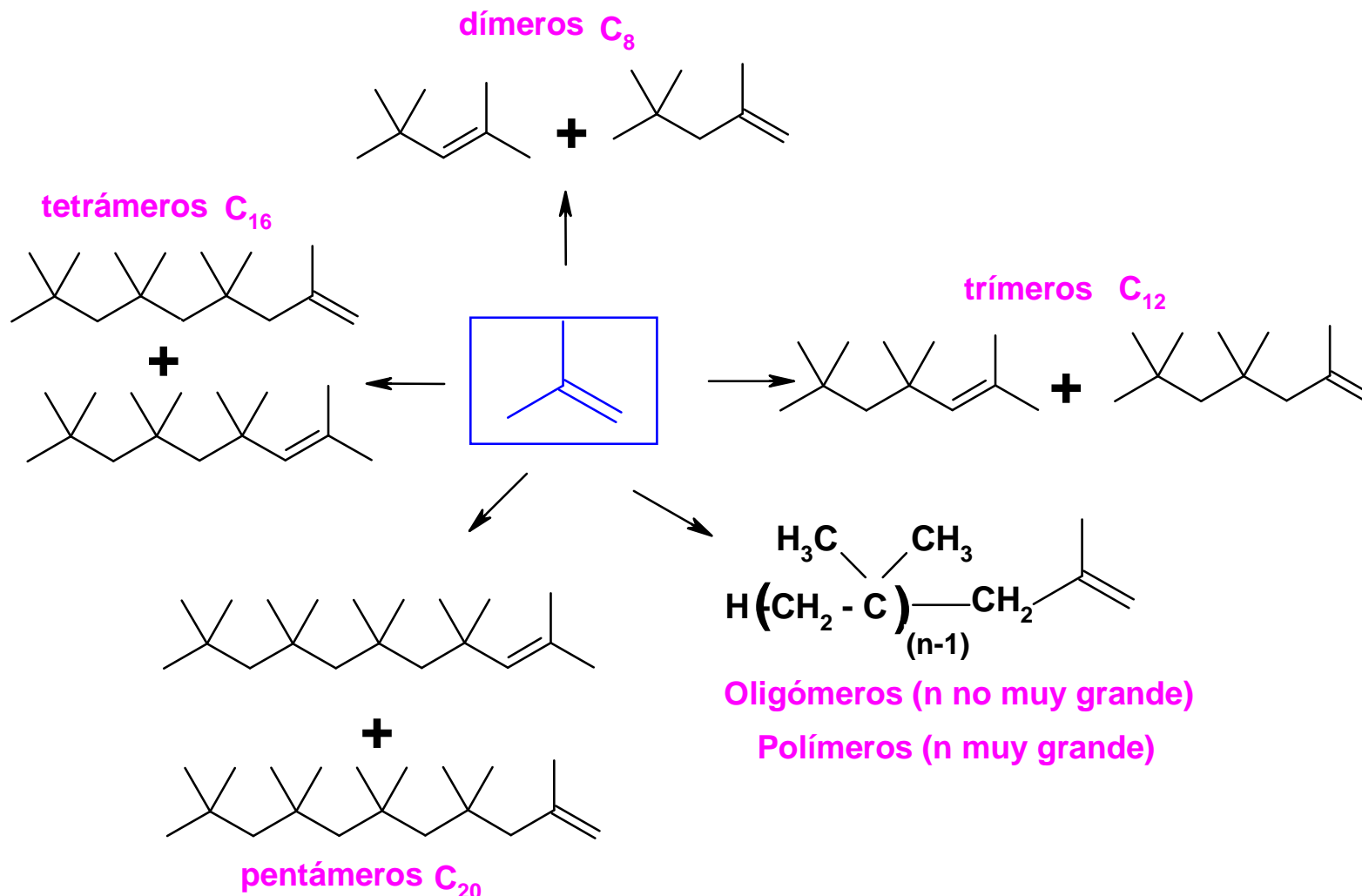
Se conoce como dimerización la unión de dos moléculas de alqueno para producir una nueva molécula mayor (doble) que la primitiva. Cuando se unen un número mayor de unidades pero no demasiado grande se forma un **oligómero** y cuando el número de participantes es enorme se originan los llamados **polímeros**. La dimerización (y la polimerización) pueden efectuarse en condiciones catiónicas, radicalarias, aniónicas y en presencia de catalizadores organometálicos.

9.1.-Dimerización catiónica

Mecanismo de la dimerización catiónica

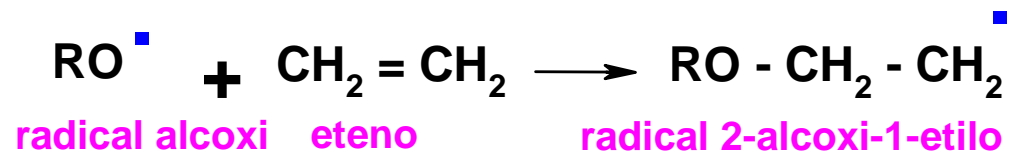
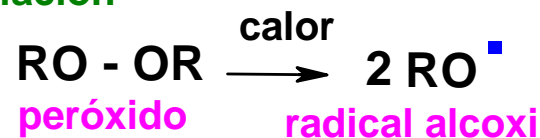


Los **dímeros** así formados son capaces de reaccionar con otra molécula de isobutileno para dar origen a **trímeros** que a su vez pueden seguir reaccionando con el isobutileno originando **tetrámeros**, **pentámeros**, **hexámeros**, y en general, **oligómeros**. Cuando el número de moléculas de isobutileno que se unen es muy grande se originan **polímeros**:

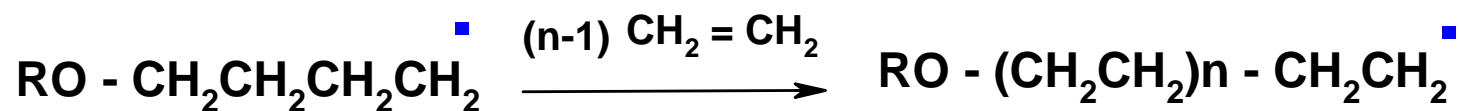
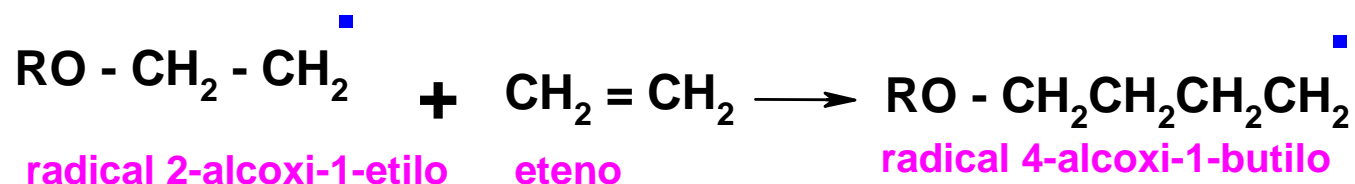


Polimerizaciones radicalarias

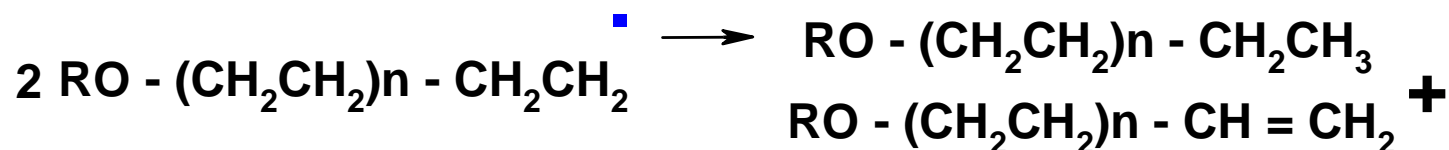
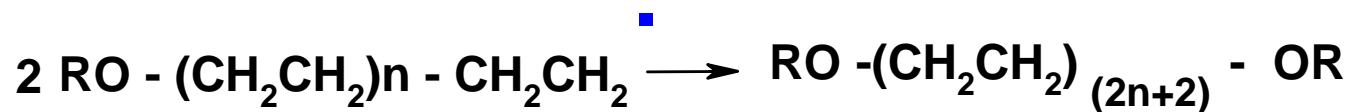
Iniciación



Propagación

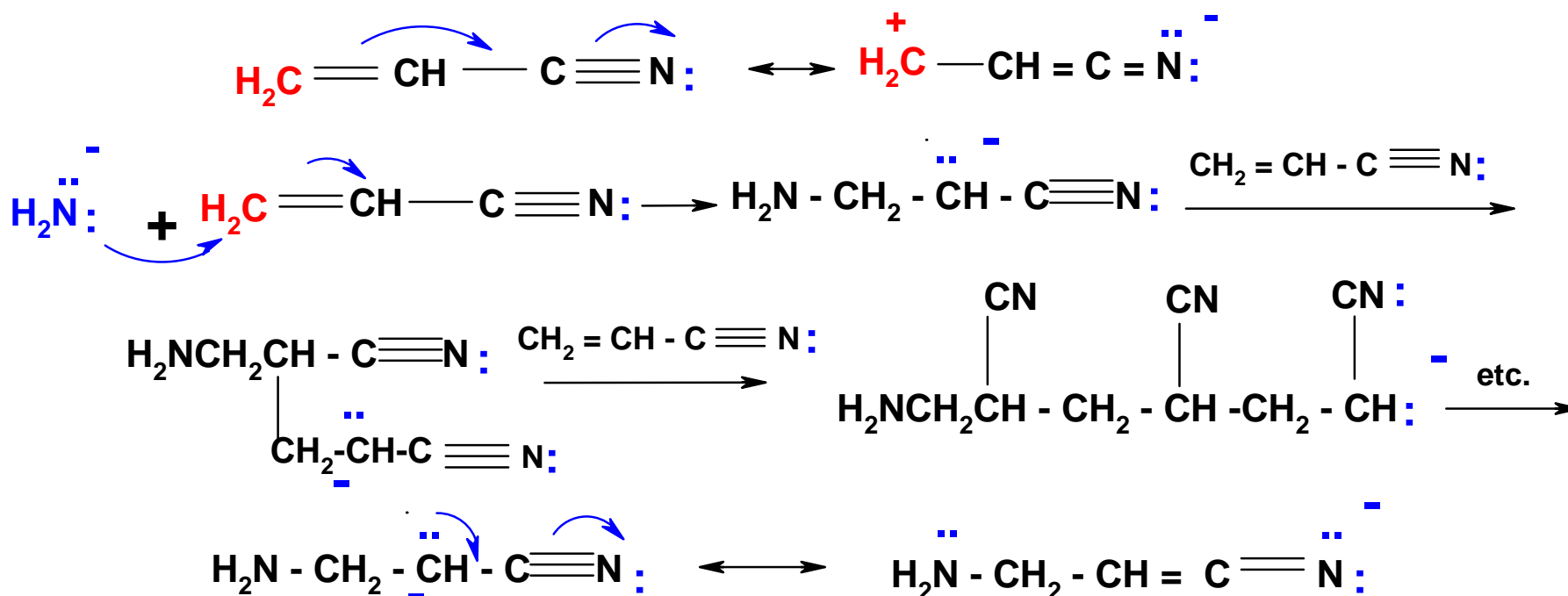


Terminación

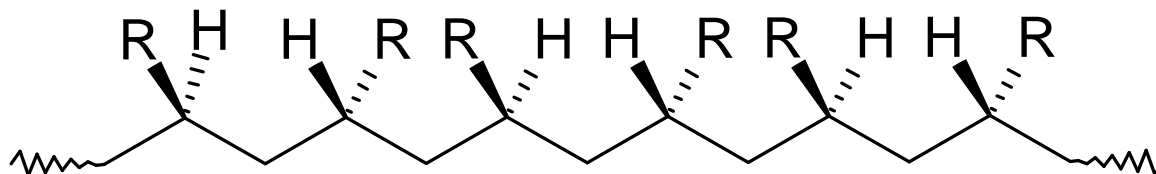


Polimerizaciones aniónicas

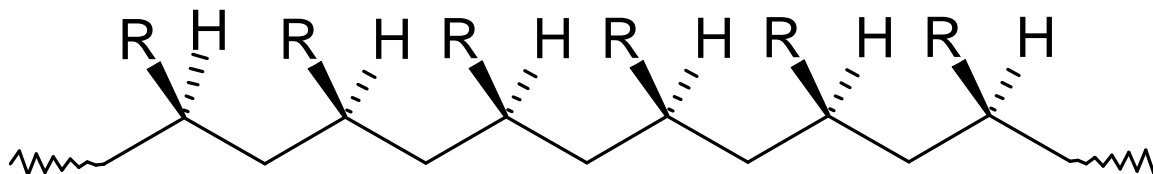
Se utilizan alquenos portadores de grupos fuertemente atractores de electrones tal como el acrilonitrilo (propenonitrilo) que interviene como electrófilo al que se añade amiduro potásico que actúa como nucleófilo. El anión resultante está muy estabilizado por resonancia y puede reaccionar nuevamente con una nueva molécula de acrilonitrilo:



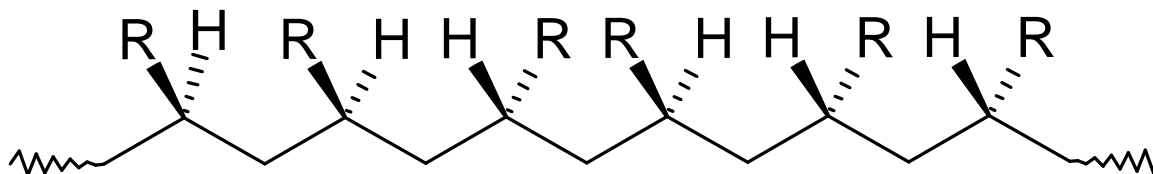
Polimeraciones de Ziegler-Nattan



polímero sindiotáctico



polímero isotáctico



polímero atáctico

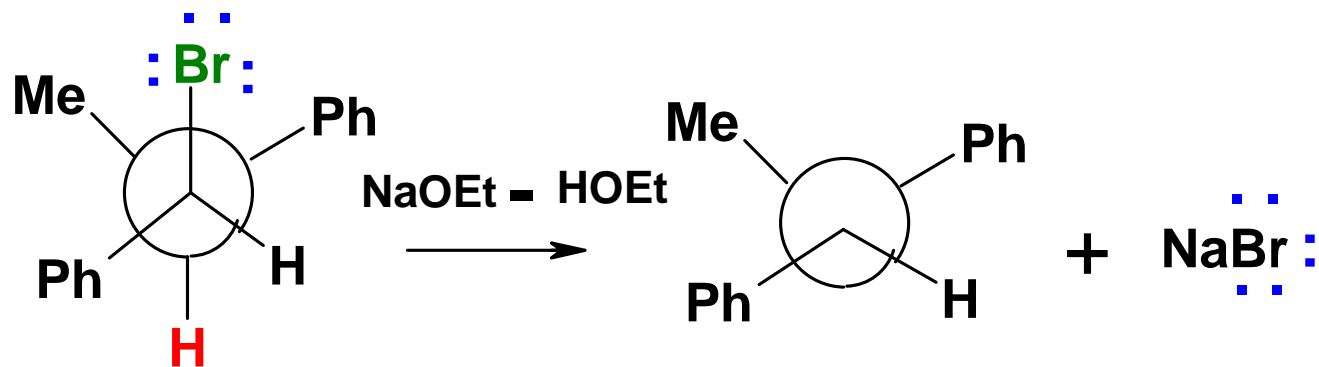
En este tipo de polimerizaciones se usan catalizadores metálicos y el más importante es el llamado Ziegler-Nattan, que está constituido por TiCl_4 y Et_3Al .

TABLA III. Principales polímeros industriales

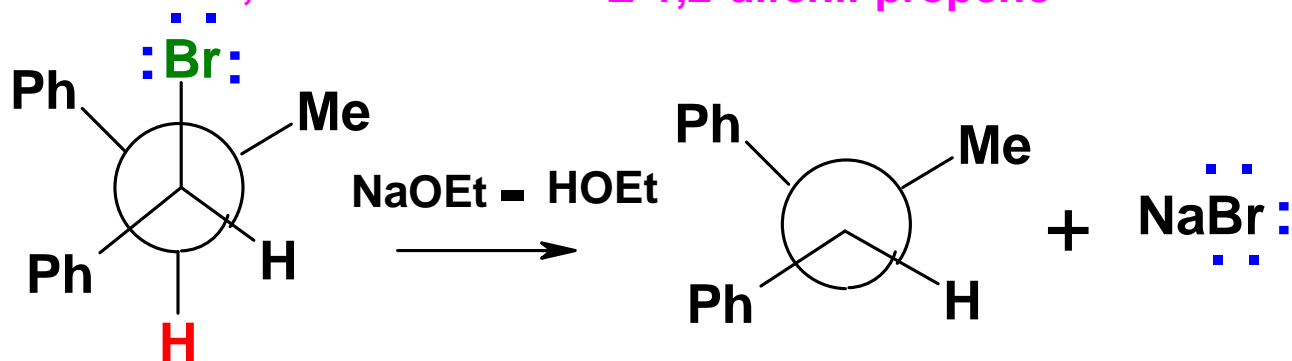
Monómero	Estructura	Polímero
Eteno	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	Polietileno
Cloruro de vinilo (cloroeteno)	$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$	Cloruro de polivinilo (PVC)
Tetrafluoroeteno	$\text{CF}_2 = \text{CF}_2$	Teflón
Estireno (Fenileteno)	$\text{CH}_2 = \text{CHPh}$	Poliestireno
Acrilonitrilo (propenonitrilo)	$\text{CH}_2 = \text{CH-CN}$	Orlón
Metacrilato de metilo	$\text{CH}_2 = \text{CH-COOMe}$	Plexiglás

Síntesis de alquenos

Reacciones de β -eliminación

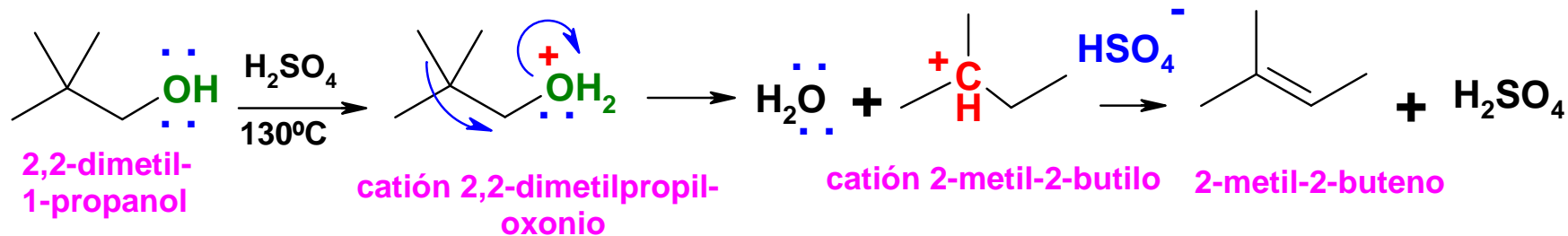
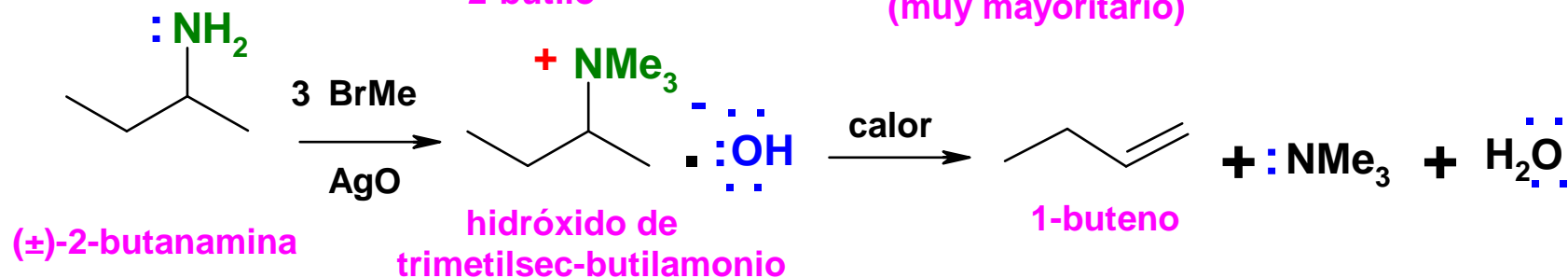
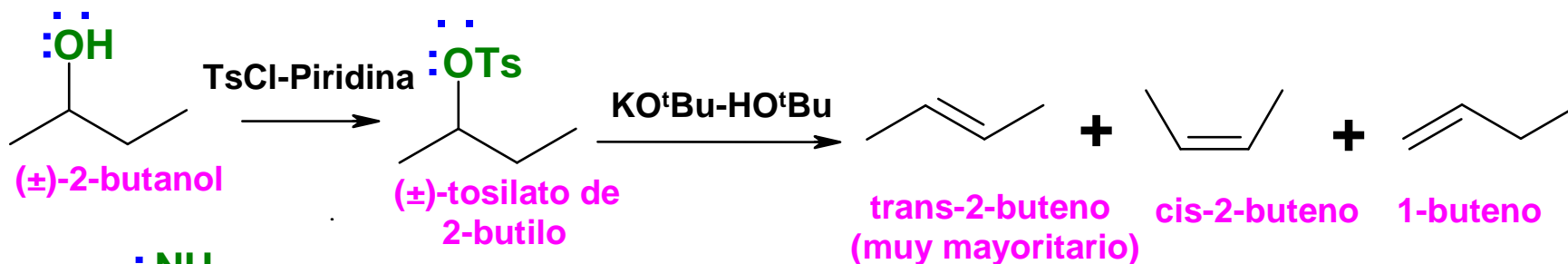
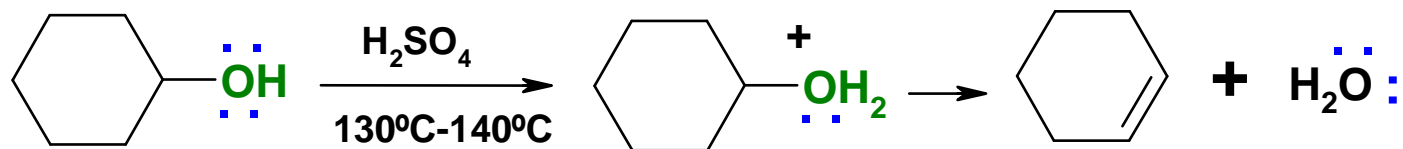


(±)-treo-1-bromo-1,2-difenil-etano E-1,2-difenil-propeno

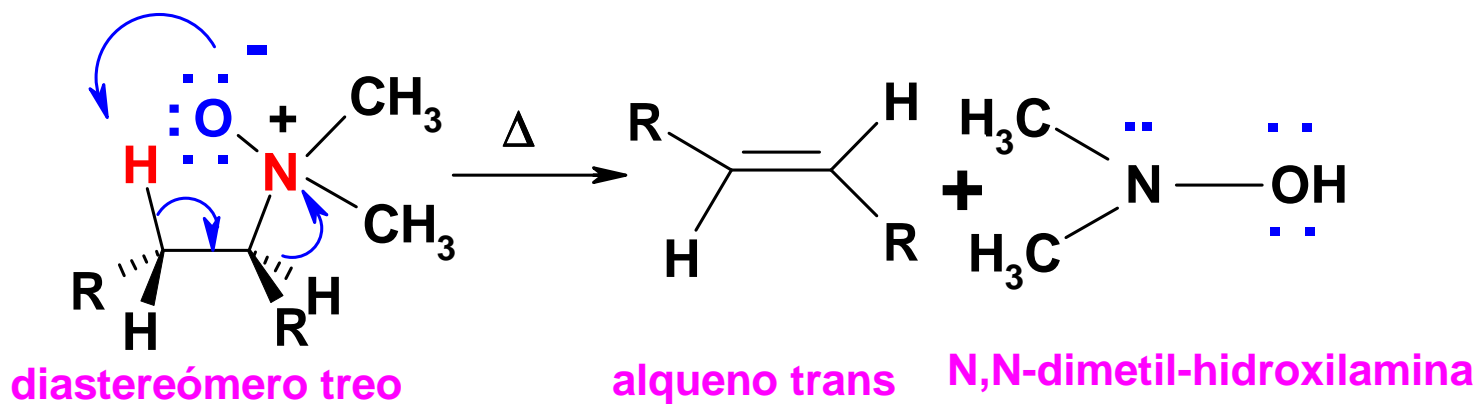
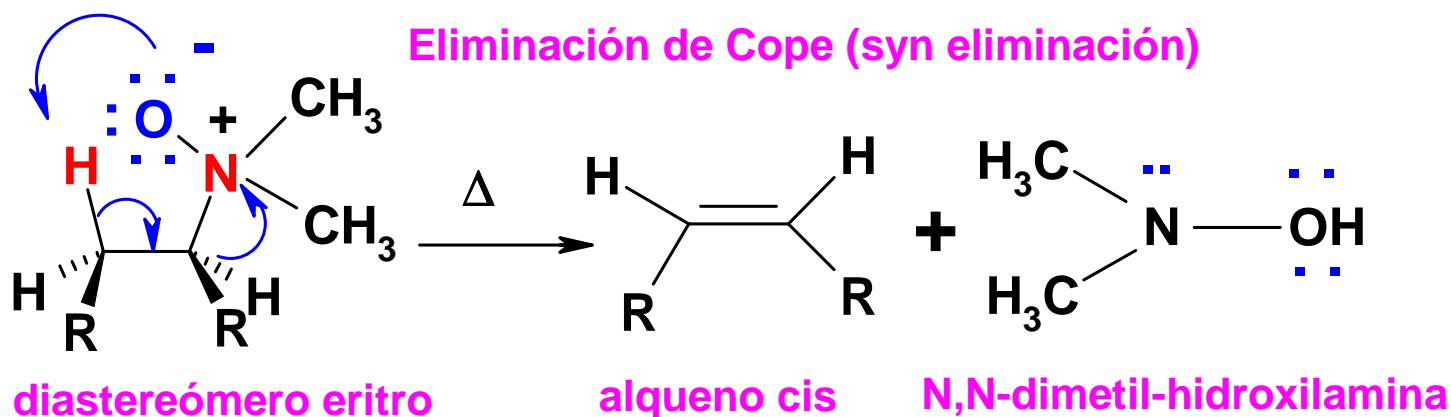


(±)-eritro-1-bromo-1,2-difenil-etano Z-1,2-difenil-propeno

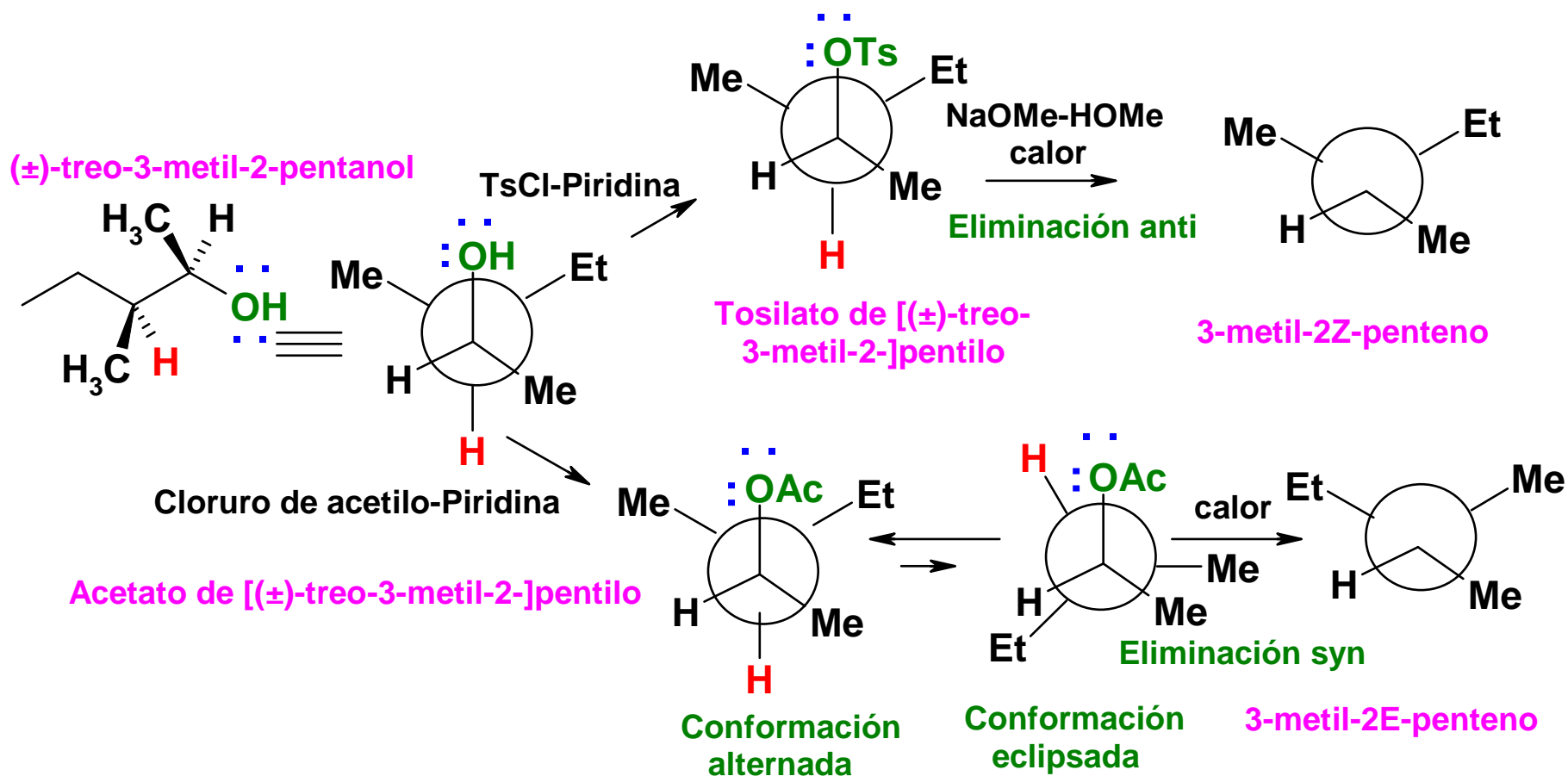
ciclohexeno



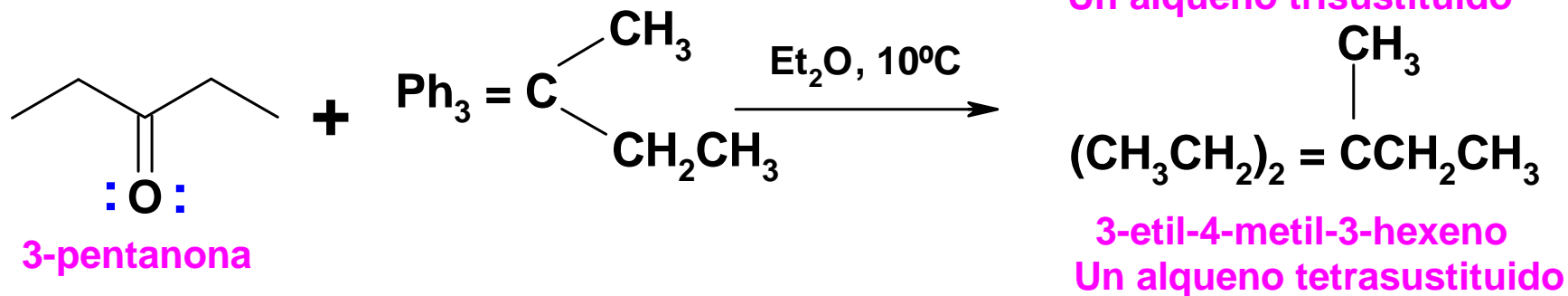
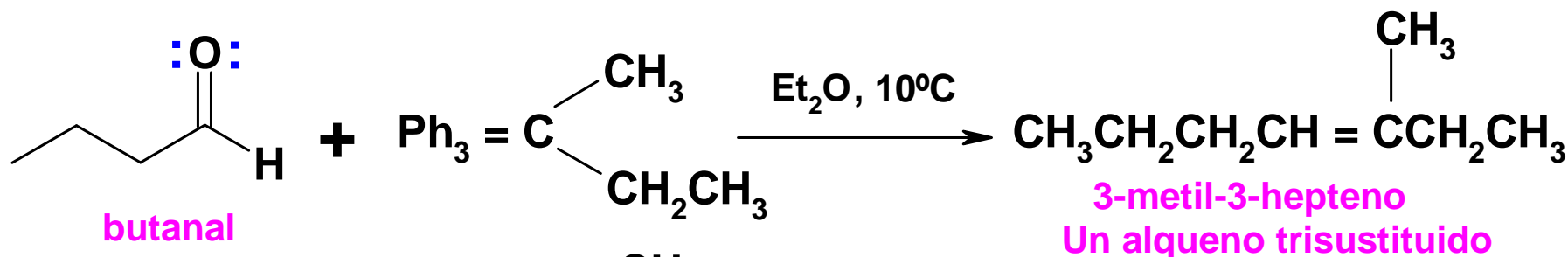
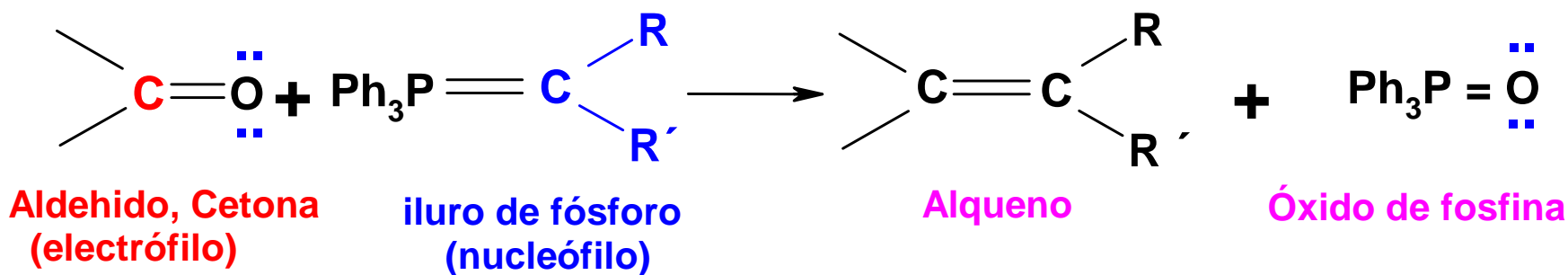
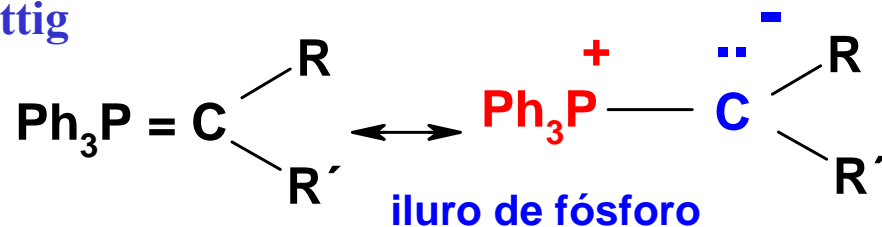
Eliminación de Cope

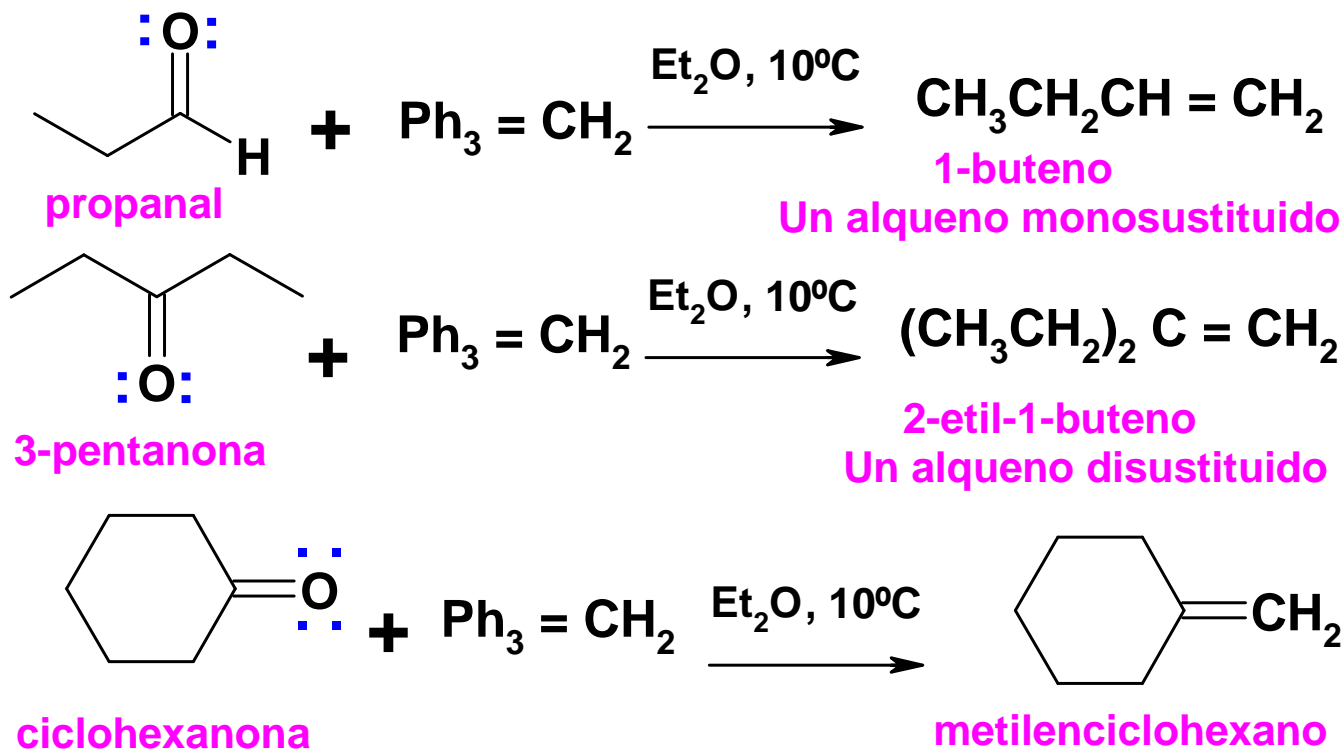


Eliminaciones anti (presencia de base) y syn (pirolíticas; sin base)

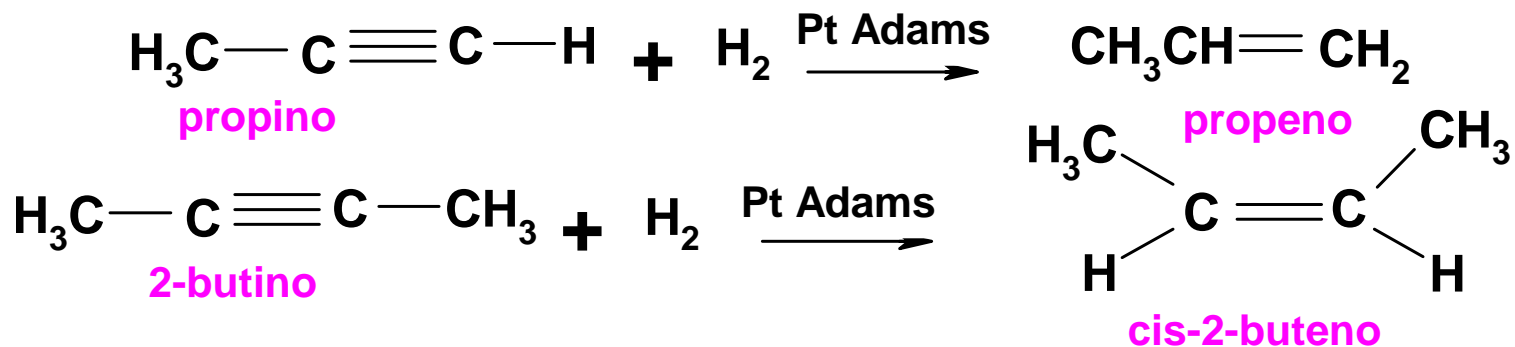


Reacción de Wittig



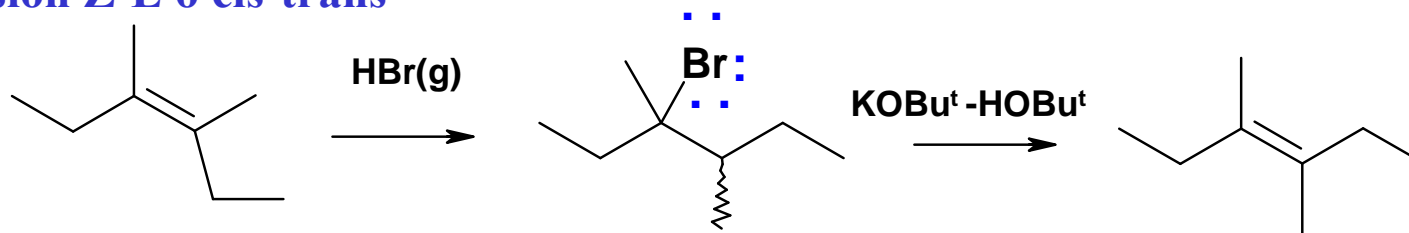


Hydrogenación de alquinos



En numerosas ocasiones es necesario efectuar la conversión de un alqueno en su diastereómero y lo más sencillo es llevar a cabo la isomerización del cis en el trans, ya que al ser éste último más estable el estado de transición que conduce a este isómero es de menor energía.

Conversión Z-E o cis-trans



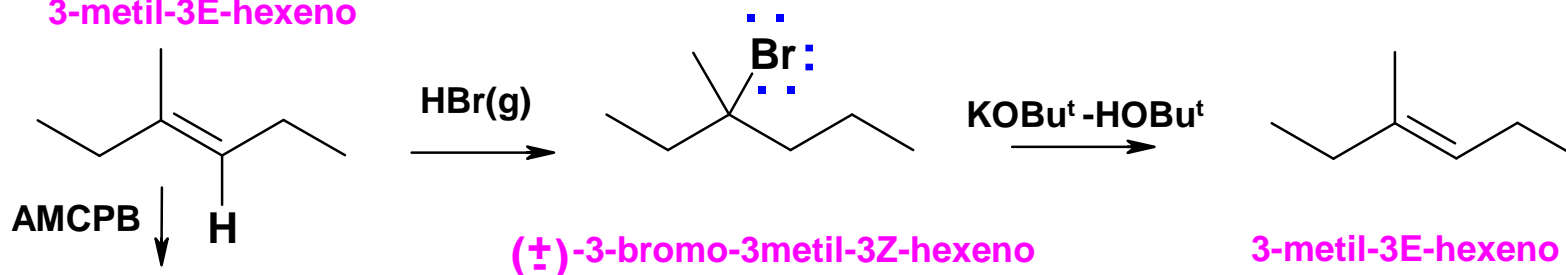
3,4-dimetil-3Z-hexeno

(±)-3-bromo-3,4-dimetil-3Z-hexeno
(mezcla de treo y eritro)

3,4-dimetil-3E-hexeno

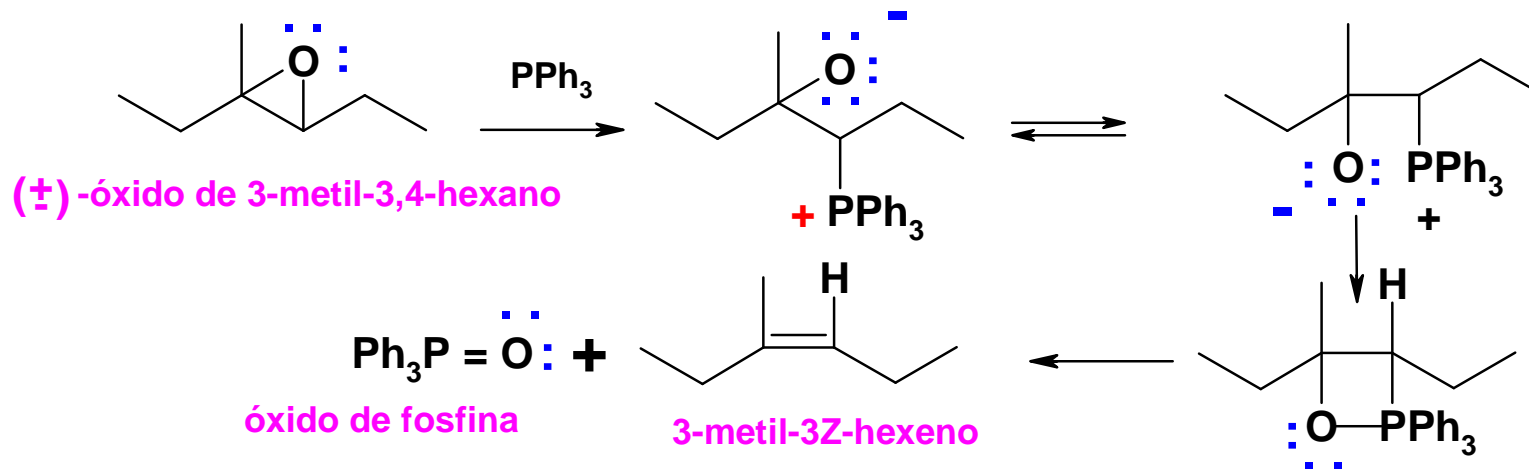
Conversión E-Z o trans-cis

3-metil-3E-hexeno



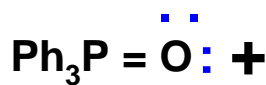
(±)-3-bromo-3-metil-3Z-hexeno

3-metil-3E-hexeno



(±)-óxido de 3-metil-3,4-hexano

+ PPh₃



óxido de fosfina

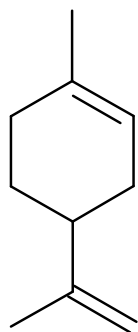
3-metil-3Z-hexeno

Los alquenos en la industria y en la naturaleza

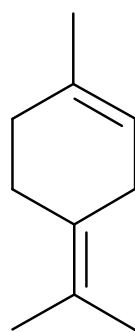
Eteno	Millones de kilos (USA)
1,2-Dicloroetano	3000
Estireno	3200
Etilbenceno	3100
Cloruro de vinilo	2500
Óxido de etileno	2400
1,2-Etanodiol	1300
Ácido acético	1100
Etanol	440
Anhídrido acético	370
Etanal	840

Alquenos en la naturaleza

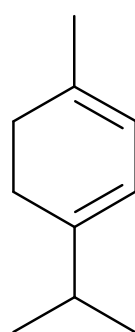
Componentes de las esencias de naranja



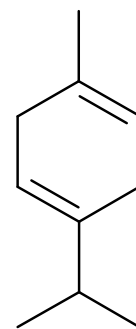
limoneno



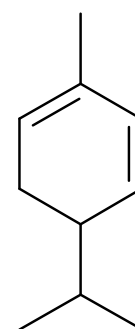
terpinoleno



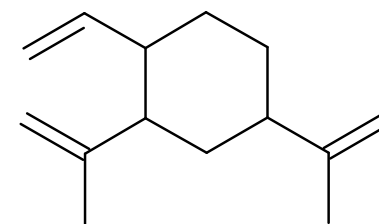
α -terpineno



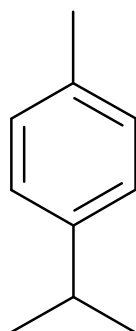
γ -terpineno



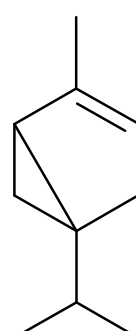
α -felandreno



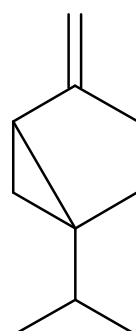
β -elemeno



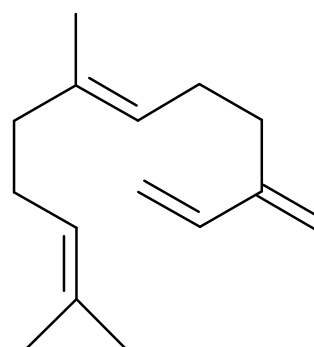
β -cimeno



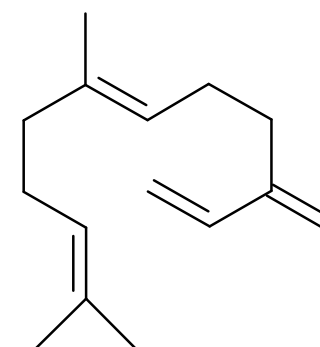
α -tujeno



sabineno

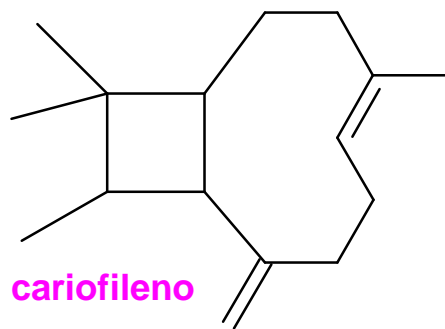


α -farneseno

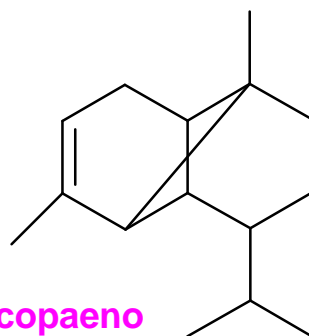


β -farneseno

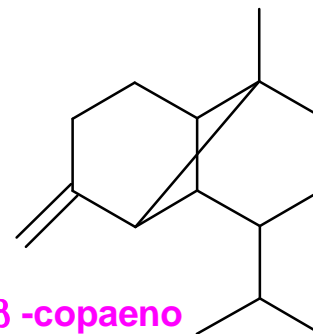
Componentes de las esencias de naranja



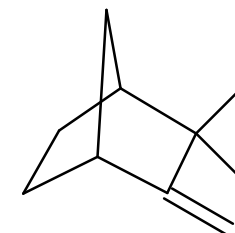
cariofileno



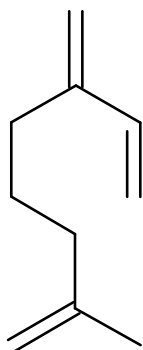
α -copaeno



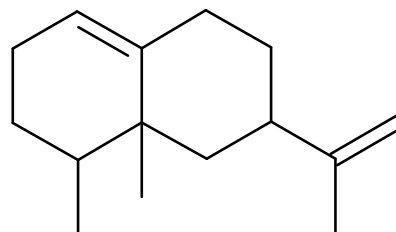
β -copaeno



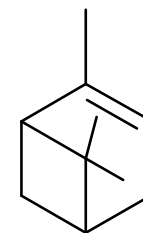
canfeno



α -mirceno

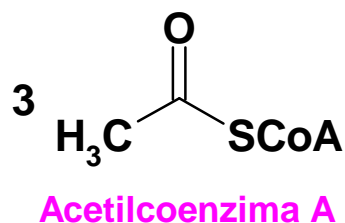


valenceno

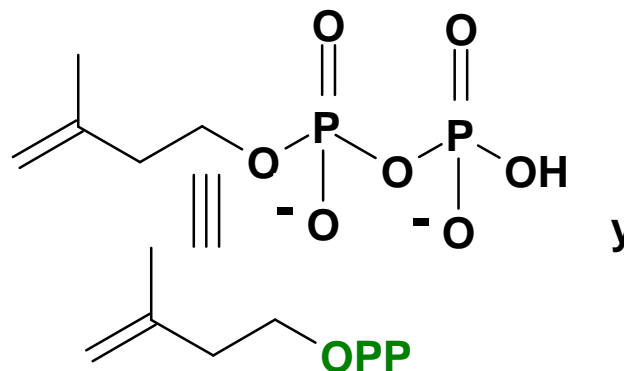


α -pineno

Biosíntesis de terpenoides



pirofosfato de isopentenilo



pirofosfato de dimetilalilo

