

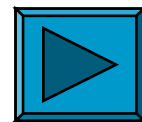
Química orgánica



Juan F. González
I.E.S. Velázquez

Contenidos (1)

- 1.-** Características del carbono
 - 1.1.** Tipos de hibridación y enlace
- 2.-** Formulación y nomenclatura de compuestos orgánicos (dos grupos funcionales).
- 3.-** Reactividad de los compuestos orgánicos.
 - 3.1.** Efectos inductivo y mesómero
 - 3.2.** Rupturas de enlace e intermedios de reacción.
 - 3.3.** Tipos de reactivos.
- 4.-** Principales tipos de reacciones orgánicas



Contenidos (2)

5.- Reacciones de sustitución.

5.1. Homolítica.

5.2. Electrófila.

5.3. Nucleófila.

6.- Reacciones de adición.

7.- Reacciones de eliminación.

8.- Reacciones de oxidación-reducción.

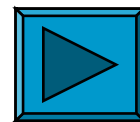
9.- Otras reacciones orgánicas.

9.1. Reacciones de combustión.


9.2. Reacciones de esterificación.

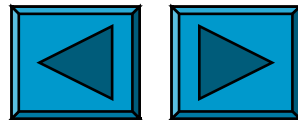
9.3. Reacciones de saponificación.

9.4. Reacciones de condensación



Características del Carbono

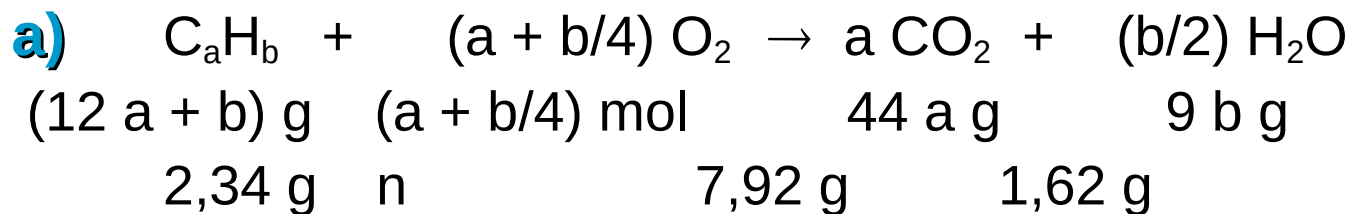
- Electronegatividad intermedia
 - Enlace covalente con metales como con no metales
- Posibilidad de unirse a sí mismo formando cadenas.
- Tetravalencia: s^2p^2 $s p_x p_y p_z$
 400 kJ/mol *hibridación*
 (se desprenden 830 kJ/mol  para formar 4 enlaces C–H)
- Tamaño pequeño, por lo que es posible que los átomos se aproximen lo suficiente para formar enlaces “ π ”, formando enlaces dobles y triples (esto no es posible en el Si).



Ejemplo: Al quemar 2,34 g de un hidrocarburo se forman 7,92 g de dióxido de carbono y 1,62 g de vapor

de agua. A 85°C y 700 mm de Hg de presión, la densidad del hidrocarburo gaseoso es 3,45 g·l⁻¹ ; **a)** Determine la masa molecular y fórmula de dicho hidrocarburo; **b)** ¿Qué volumen de oxígeno gaseoso a 85°C y 700 mm de presión, se necesita para quemar totalmente los 2,34 g de este hidrocarburo?

Datos: Masas atómicas: O = 16,0 y C = 12,0

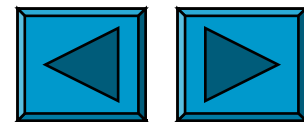


$$7,92 \cdot (12 a + b) = 2,34 \times 44 a; \quad 1,62 \times (12 a + b) = 2,34 \times 9 b$$

Resolviendo el sistema obtenemos que $a = b$ en ambas ecuaciones.

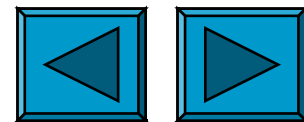
$$M = d \times V_{\text{molar}} = 3,45 \text{ g} \times \text{l}^{-1} \times 22,4 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{77,3 \text{ g/mol}}$$

Como $77,3/13 \approx 6$ la fórm. molecular será: **C₆H₆**



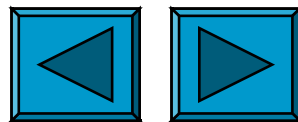
Tipos de enlace

- **Enlace simple:** Los cuatro pares de electrones se comparten con cuatro átomos distintos. **Ejemplo:**
 CH_4 , $\text{CH}_3\text{-CH}_3$
- **Enlace doble:** Hay dos pares electrónicos compartidos con el mismo átomo.
Ejemplo: $\text{H}_2\text{C=CH}_2$, $\text{H}_2\text{C=O}$
- **Enlace triple:** Hay tres pares electrónicos compartidos con el mismo átomo.
Ejemplo: $\text{HC}\equiv\text{CH}$, $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{N}_\text{-}$



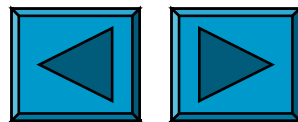
Tipos de hibridación y enlace.

- El carbono puede hibridarse de tres maneras distintas:
- **Hibridación sp^3 :**
 - 4 orbitales sp^3 iguales que forman 4 enlaces simples de tipo “ σ ” (frontales).
- **Hibridación sp^2 :**
 - 3 orbitales sp^2 iguales que forman enlaces “ σ ” + 1 orbital “p” (sin hibridar) que formará un enlace “ π ” (lateral)
- **Hibridación sp :**
 - 2 orbitales sp iguales que forman enlaces “ σ ” + 2 orbitales “p” (sin hibridar) que formarán sendos enlaces “ π ”



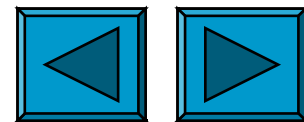
Hibridación sp^3

- 4 orbitales sp^3 iguales que forman 4 enlaces simples de tipo “ σ ” (frontales).
- Los cuatro pares de electrones se comparten con cuatro átomos distintos.
- Geometría tetraédrica: ángulos C–H: $109'5^\circ$ y distancias C–H iguales.
- Ejemplo: CH_4 , CH_3-CH_3



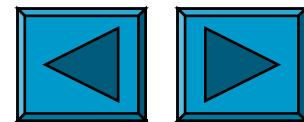
Hibridación sp^2

- 3 orbitales sp^2 iguales que forman enlaces “ σ ” + 1 orbital “p” (sin hibridar) que formará un enlace “ π ” (lateral)
- Forma un enlace doble, uno “ σ ” y otro “ π ”, es decir, hay dos pares electrónicos compartidos con el mismo átomo.
- Geometría triangular: ángulos C–H: 120° y distancia $C=C < C-C$
- Ejemplo: $H_2C=CH_2$, $H_2C=O$



Hibridación sp

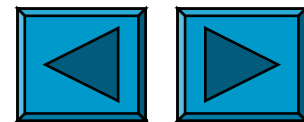
- 2 orbitales sp iguales que forman enlaces “ σ ” + 2 orbitales “p” (sin hibridar) que formarán sendos enlaces “ π ”
- Forma bien un enlace triple –un enlace “ σ ” y dos “ π ”–, es decir, hay tres pares electrónicos compartidos con el mismo átomo, o bien dos enlaces dobles, si bien este caso es más raro.
- Geometría lineal: ángulos C–H: 180° y distancia $C\equiv C < C=C < C-C$
- Ejemplo: $HC\equiv CH$, $CH_3-C\equiv N$



Ejercicio A: Indica la hibridación que cabe esperar en cada uno de los átomos de carbono que participan en las siguientes moléculas:

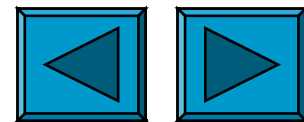


■ sp sp sp^3 sp^2 sp^3 sp^2 sp^2 sp



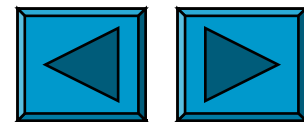
Principales grupos funcionales ¹³ (por orden de prioridad) (1)

Función	Nom. grupo	Grupo	Nom. (princ.)	Nom. (secund)
Ácido carboxílico	carboxilo	R-COOH	ácido ... oico	carboxi (incluye C)
Éster	éster	R-COOR'	...ato de ...ilo	...oxicarbonil
Amida	amido	R-CONR'R	amida	amido
Nitrilo	nitrilo	R-C≡N	nitrilo	ciano (incluye C)
Aldehído	carbonilo	R-CH=O	...al	formil (incluye C)
Cetona	carbonilo	R-CO-R'	...ona	oxo
Alcohol	hidroxilo	R-OH	...ol	hidroxi
Fenol	fenol	-C ₆ H ₅ OH	...fenol	hidroxifenil



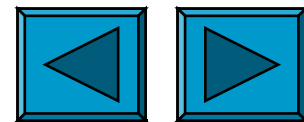
Principales grupos funcionales ¹⁴ (por orden de prioridad) (2)

Función	Nom. grupo	Grupo	Nom.(princ.)	Nom (sec)
Amina (primaria) (secundaria) (terciaria)	Amino “ “	R-NH ₂ R-NHR' R-NR'R''	...ilamina ...il...ilamina ...il...il...ilamina	amino
Éter	Oxi	R-O-R'	...il...iléter	oxi...il
Hidr. etilénico	alqueno	C=C	...eno	...en
Hidr. acetilénico	alquino	C≡C	...ino	Ino (<i>sufijo</i>)
Nitrocompuesto	Nitro	R-NO ₂	nitro...	nitro
Haluro	halógeno	R-X	X...	X
Radical	alquilo	R-	...il	...il



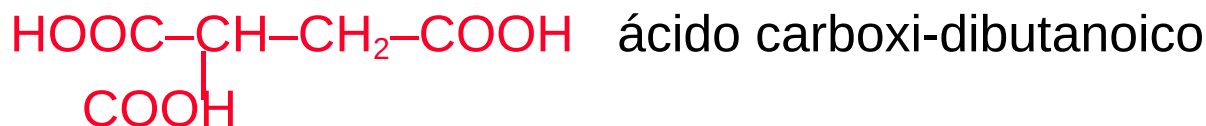
Nomenclatura de compuestos orgánicos con más de un grupo funcional.

- Se identifica cuál es la función principal (la primera en el nombre de preferencia). Es la que da el nombre al compuesto.
- Las funciones secundarias se nombran como prefijos usando el nombre del grupo (“oxo” para carbonilo, “hidroxi” para hidroxilo).
- **Ejemplo:** $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$
 - Función principal: ácido carboxílico
 - Función secundaria: alcohol
 - Nombre del grupo: hidroxilo. Prefijo: hidroxi.
 - Nombre: Ácido 2 hidróxi-propanoico.



Nomenclatura de grupos funcionales secundarios (prefijos).

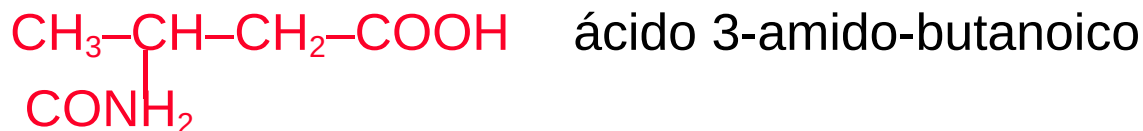
■ Ácido Carboxi (*como sustituyente*)



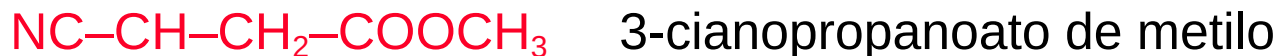
■ Éster *alcoxicarbonil (como sustituyente)*



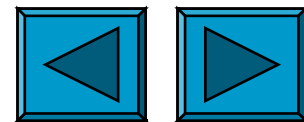
■ Amida amido (*como sustituyente*)



■ Nitrilo ciano (*como sustituyente*)



■ Aldehído oxo o formil (*como sustituyente*)



Nomenclatura de grupos funcionales secundarios (prefijos).

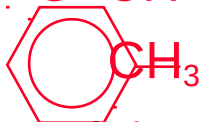
Cetona oxo



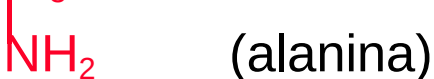
Alcohol hidroxi



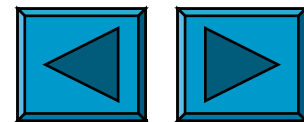
Fenol fenoxi



Amina amino

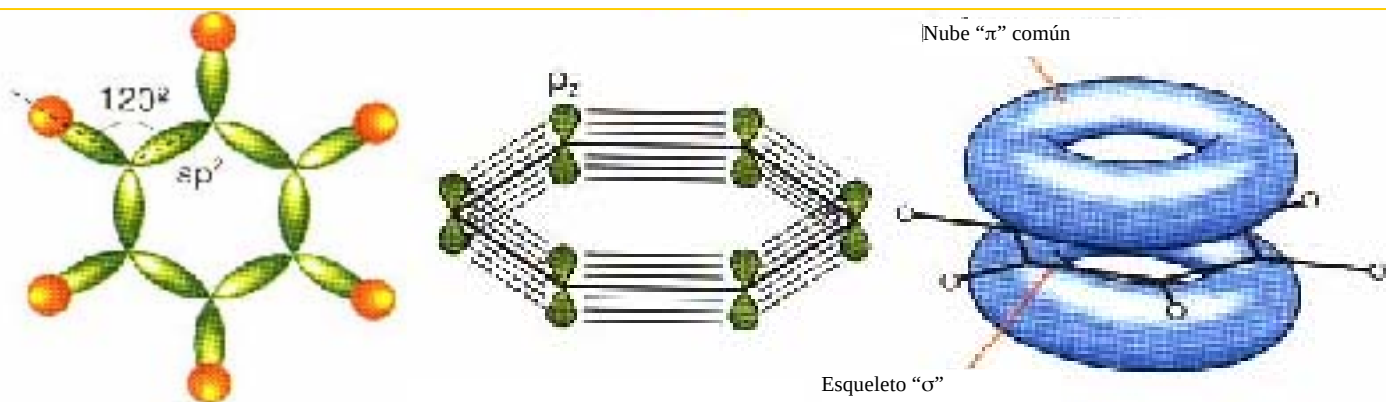
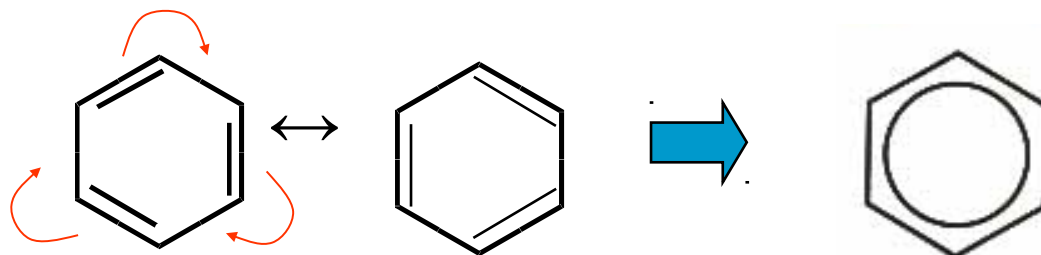


Éter *alcoxi*

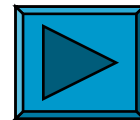


El benceno

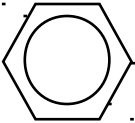
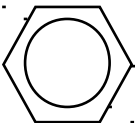
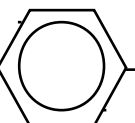

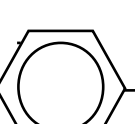
- **Fórmula:** C_6H_6
- Es una estructura plana resonante de tres dobles enlaces alternados

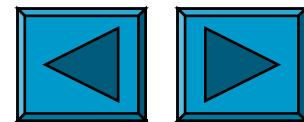


Hibridación sp^2 del benceno. Nube electrónica “ π ”



Algunos derivados del benceno con nombre propio

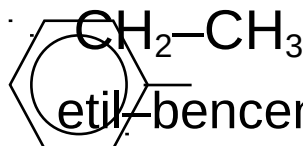
-  CH_3 tolueno
-  OH fenol
-  COOH ácido benzoico
-  CHO benzaldehído
-  CONH_2 benzamida



Nomenclatura de derivados del benceno (C_6H_6)

- Puede nombrarse como radical (fenil) o como grupo principal:

- **Ejemplo:**

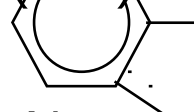


– Nombres: etil-benceno o feniletano

- Cuando hay dos sustituyentes puede usarse:

– OH 1,2 bencenodiol 1,2 dihidroxibenceno

(orto) o-dihidroxibenceno

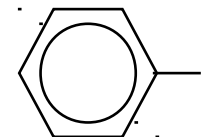


– NO₂ 1,3 dinitrobenceno

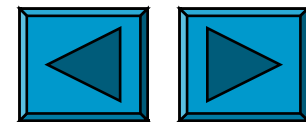
O₂N (meta) m-dinitrobenceno

– H₃C- CH₃ 1,4 dimetilbenceno

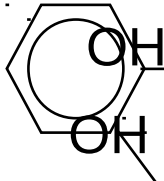
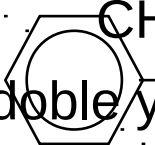
(para) p-dimetilbenceno

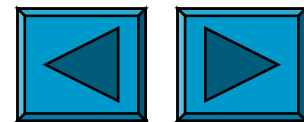


OH

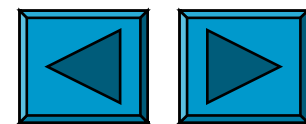
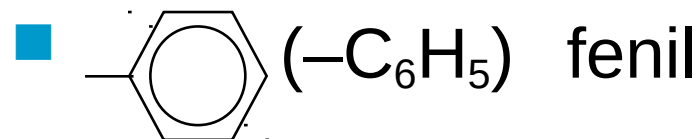
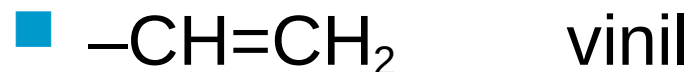
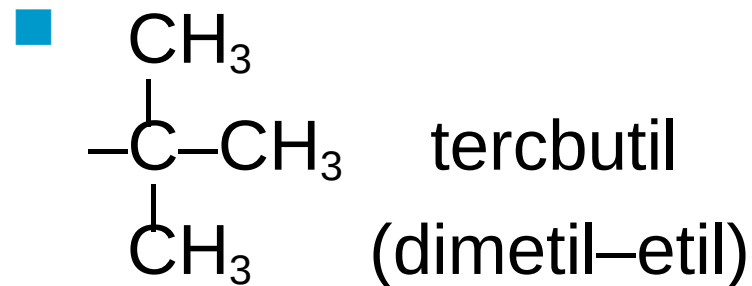
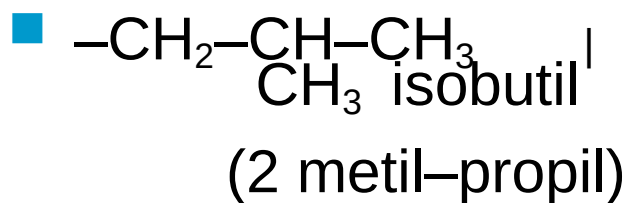
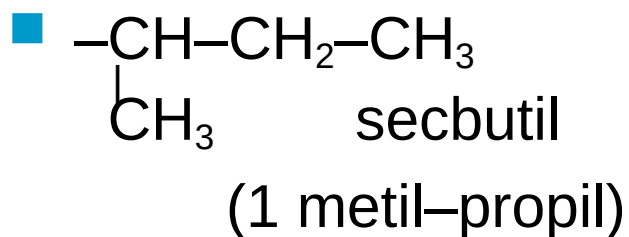
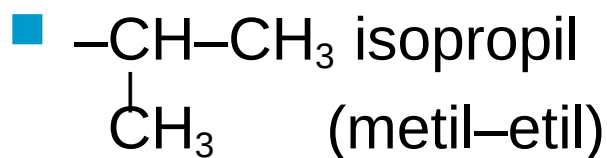


Particularidades en la nomenclatura

- Así:  puede nombrarse también:
o-hidroxifenol
- $\text{H}_3\text{C}-$  CH_3 *p*-metiltolueno
- Si hay doble y triple enlace, el grupo "ino se nombra como sufijo:
 - **Ejemplo:** $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$
 - Nombre: 3 hepten-1,6 diino
- Si hay doble o triple enlace, y un grupo principal que puede estar en más de un sitio se pone el nº del carbono del grupo principal entre ambos sufijos:
 - **Ejemplo:** $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
 - Nombre: 3 buten-2-ol

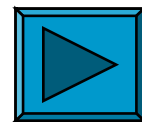
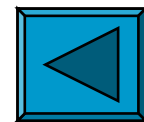


Nombres de grupos especiales



Reactividad de los compuestos orgánicos

- Se debe a los grupos funcionales.
 - Por alta densidad electrónica (doble o triple enlace)
 - Por fracción de carga positiva en el átomo de carbono (enlaces C–Cl, C=O, C≡N)
- Ruptura de enlaces de alta energía.
 - homolítica (por la presencia de radicales libres)
 - heterolítica (el par electrónico va a un átomo)
- Desplazamientos electrónicos.



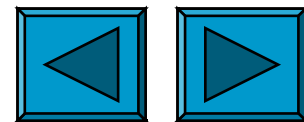
Desplazamientos electrónicos.

■ Efecto inductivo:

“Desplazamiento parcial del par electrónico en enlace sencillo “ σ ” hacia el átomo más electronegativo provocando fracciones de carga”.

■ Efecto mesómero o resonancia:

“Desplazamiento del par de electrones “ π ” del doble enlace hacia uno de los átomos por la presencia de pares electrónicos cercanos”.



Efecto inductivo.

- El hidrógeno se toma como referencia (no provoca efecto inductivo)

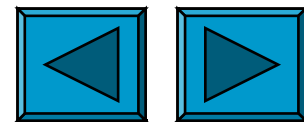
-I : Grupos que retiran electrones.

Ejemplos: $-\text{NO}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{X}$ (halógeno), $-\text{OH}$...

+I : Grupos que aportan electrones.

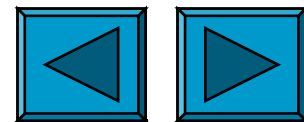
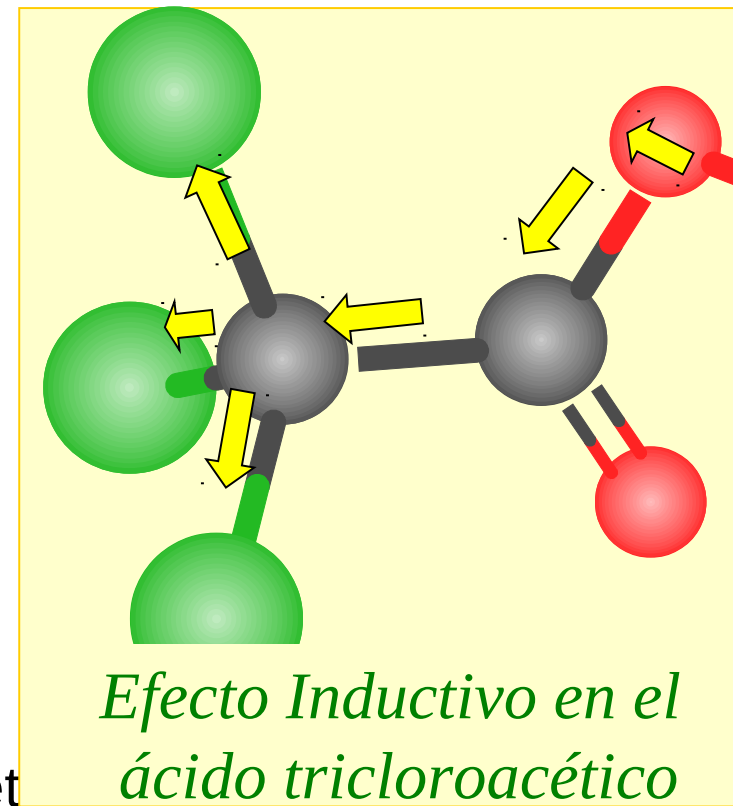
Ejemplos: $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, $-\text{C}(\text{CH}_3)$, $-\text{COO}^-$,
 $-\text{O}$ -...

- Se transmite a lo largo de la cadena a enlaces adyacentes, aunque cada vez más débilmente.



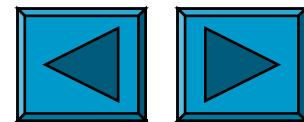
Ejercicio B: Justifica basándote en el efecto inductivo la mayor acidez de los derivados clorados del ácido acético.

- El ácido tricloro-acético será el más ácido pues los tres átomos de cloro producen un efecto “-I” (tiran de la nube electrónica) y provocan una alta “ δ^+ ” en el átomo de carbono del grupo carboxilo (COOH). El O del OH debe suministrarle parte de sus electrones y se rompe con mayor facilidad el enlace más polarizado (OH).
- Después vendrá el ácido dicloro-acético, el ácido cloro acético.



Efecto mesómero (resonancia).

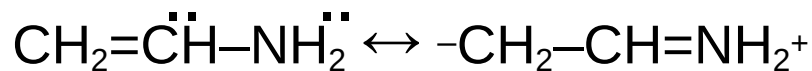
- Se produce cuando hay enlace múltiples y la posibilidad de que los e⁻ se deslocalicen (átomo electronegativo con posibilidad de tener parejas de e⁻ sin compartir).
- Ejemplo: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \leftrightarrow$
- $^+\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2^- \leftrightarrow ^-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2^+$
- Puede escribirse: $\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2$
- Todos los enlaces son intermedios entre simples y dobles.
- A mayor número de formas resonantes mayor estabilidad.



Clases de efectos mesómeros.

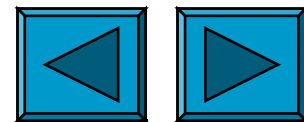
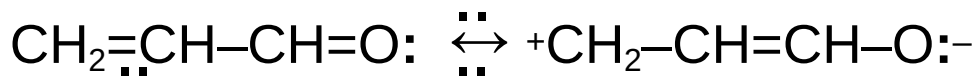
+M : Se produce por la cesión de un par de e⁻ sin compartir del átomo unido al carbono formándose un doble enlace.

Ejemplos: $\text{:}\ddot{\text{N}}\text{H}_2$, $\text{-}\ddot{\text{N}}\text{H-R}$, $\text{-}\ddot{\text{O}}\text{H}$, $\text{-}\ddot{\text{O}}\text{-CH}_3$, $\text{-}\ddot{\text{X}}\text{:...}$



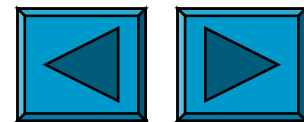
-M : El átomo unido al carbono coge para sí un par de electrones del doble o triple enlace.

Ejemplos: -CHO , -NO , -CN , -CO-CH_3 ,
 -COOH...



Ejercicio C: Explica el efecto mesómero de las siguientes sustancias: **a)** propenal; **b)** bromoeteno; **c)** nitroeteno.

- + M: bromoeteno
- M: propenal, nitroeteno



Tipos de rupturas de enlaces.

- **Homolítica:** El enlace covalente se rompe de manera simétrica (1 electrón para cada átomo). $A : B \quad A\cdot + \cdot B$ (radicales libres)

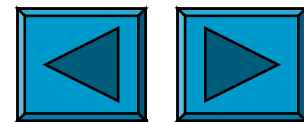
→
 – Suele producirse en presencia de luz UV pues se necesita un aporte de energía elevado.
- **Heterolítica:** El enlace se rompe de manera asimétrica (uno de los átomos se queda con los dos electrones que compartían)

$A : B \quad A:- + B^+$

– Carbocationes: R_3C^+ Ejemplo: $(CH_3)_2CH^+$

– Carbanión: $R_3C:-$ Ejemplo: $Cl_3C:-$

→



Estabilidad.

■ Radicales libres:

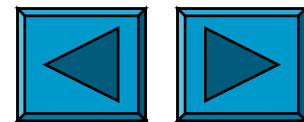
terciario > secundario > primario > metilo

■ Carbocationes: Grupos +I lo estabilizan

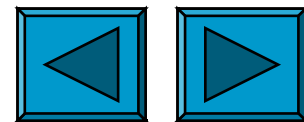
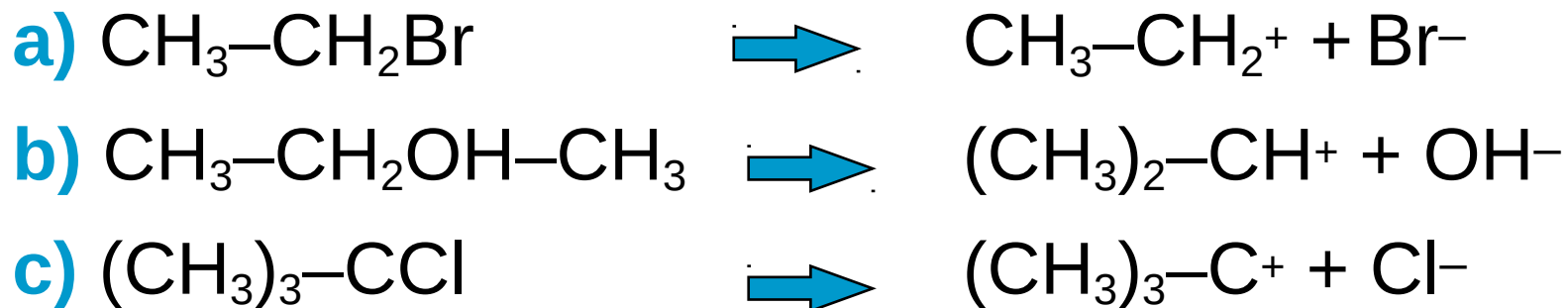


■ Carbaniones: Grupos -I lo estabilizan

– Son muy inestables y sólo son posibles si el átomo de “C” lleva unido grupos “-I” que le liberen de parte de esa carga negativa:

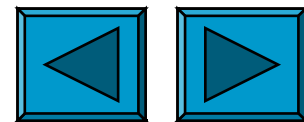


Ejemplo: Indica la ruptura heterolítica más probable del **a)** bromoetano; **b)** 2-propanol; **c)** 2-cloro-2-metil-propano.



Tipos de reactivos.

- **Homolíticos:** Radicales libres.
 - Son especies químicas que tienen átomos con electrones desapareados.
 - Se forman en la reacciones con ruptura homolítica.
- **Nucleófilos:** Tienen uno o más pares de electrones libres (bases de Lewis).
 - Atacan a partes de molécula con deficiencia de electrones.
- **Electrófilos:** Tienen orbitales externos vacíos (ácidos de Lewis)
 - Atacan a zonas con alta densidad electrónica (dobles o triples enlaces)



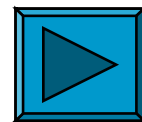
Ejemplos de reactivos nucleófilos y electrófilos.

■ NUCLEÓFILOS

- R–OH
- R–O⁻
- H₂O
- R–NH₂
- R–C≡N
- R–COO⁻
- NH₃
- OH⁻
- halogenuros: Cl⁻, Br⁻

■ ELECTRÓFILOS

- H⁺
- NO₂⁺
- NO⁺
- BF₃, AlCl₃
- cationes metálicos: Na⁺
- R₃C⁺
- SO₃
- CH₃Cl, CH₃–CH₂Cl
- halógenos: Cl₂, Br₂



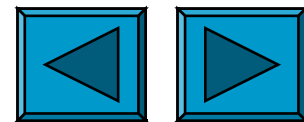
Ejercicio D: Clasifica según sean nucleófilos

o electrófilos los siguientes reactivos:

$R-NH_2$; I^+ ; BH_3 ; $R-OH$; $R-CN$; Br^- ;

$CH_3-CH_2-O^-$; CH_3-COO^- ; Ca^{2+} .

- Nucleófilos: $R-NH_2$; $R-OH$; $R-CN$; Br^- ;
 $CH_3-CH_2-O^-$; CH_3-COO^-
- Electrófilos: I^+ ; BH_3 ; Ca^{2+}



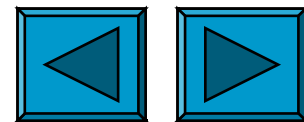
Mecanismos básicos de reacciones orgánicas □.

■ Reacciones bimoleculares:

- Cinética de segundo orden ($v = k [A] \cdot [B]$)
- Ocurren en una sola etapa la ruptura de enlaces y la formación de los nuevos.

■ Reacciones unimoleculares:

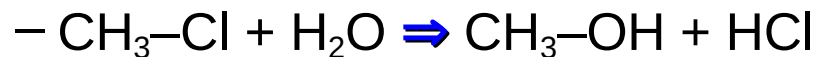
- Cinética de primer orden ($v = k [A]$)
- Se rompen primero los enlaces (etapa lenta) y después se forman los nuevos (etapa rápida).



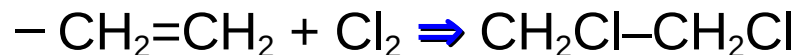
Reacciones químicas principales

■ Sustitución:

– un grupo entra y otro sale.



■ Adición: a un doble o triple enlace

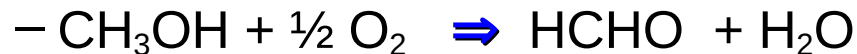


■ Eliminación: de un grupo de átomos.

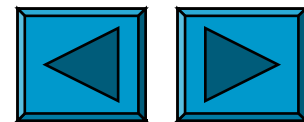
– Se produce un doble enlace



■ Redox: (cambia el E.O. del carbono).

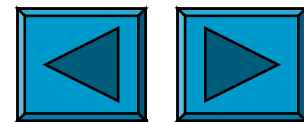


**MUY
IMPORTANTE**



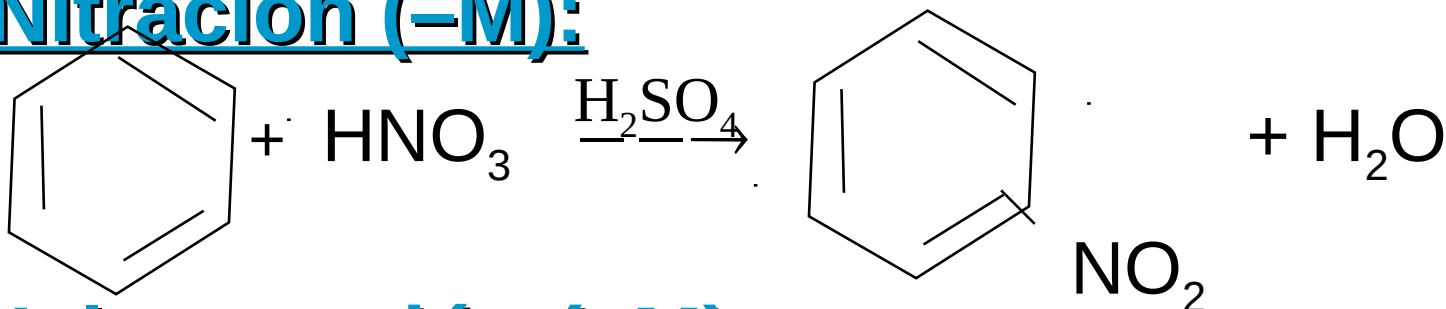
Reacciones de sustitución.

- **Radicálica:** Se produce en tres fases
 - Iniciación
 - Propagación
 - Terminación
- **Electrófila:** Un reactivo electrófilo ataca zonas de alta densidad electrónica (dobles enlaces del anillo bencénico)
- **Nucleófila:** Un reactivo nucleófilo ataca a un carbocatión.

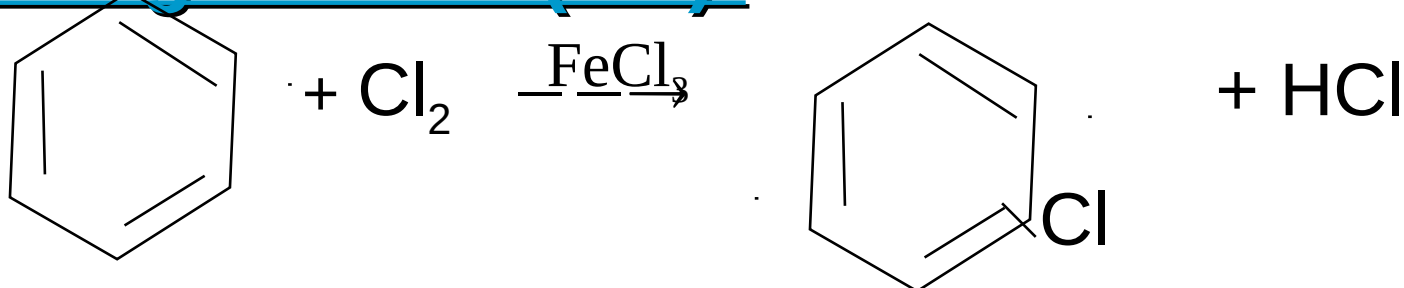


Reacciones de sustitución electrófila.

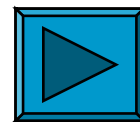
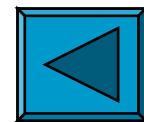
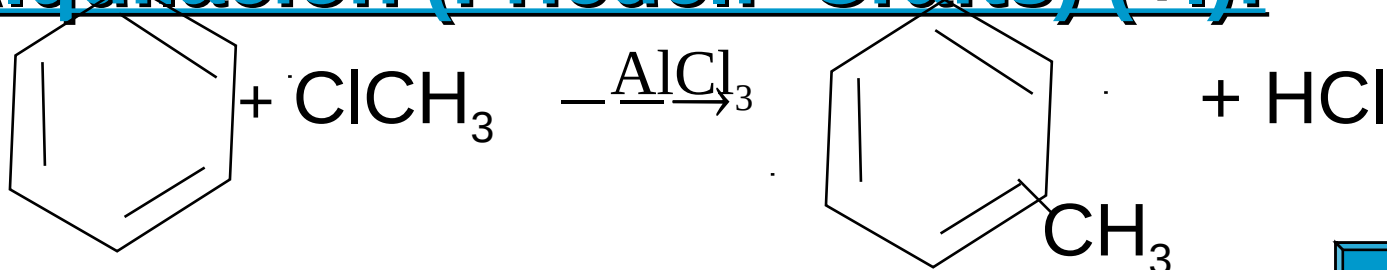
■ Nitración (-M):



■ Halogenación (+M):



■ Alquilación (Friedel-Crafts) (+I):



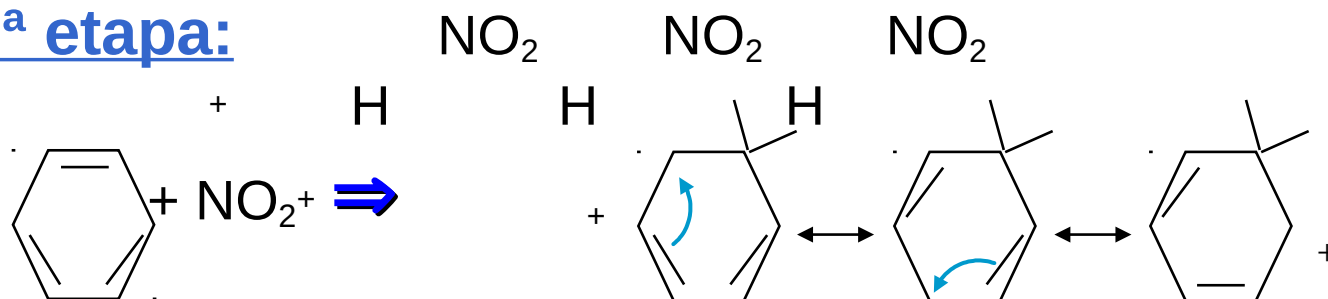
Sustitución electrófila.

Ejemplo de nitración (-M). □

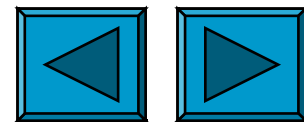
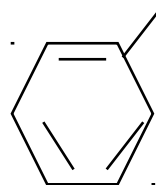
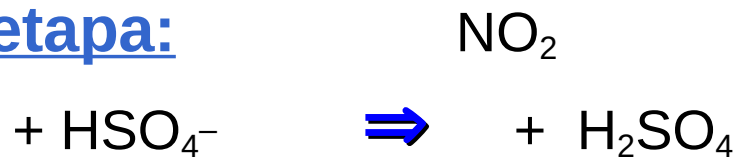
1ª etapa:



2ª etapa:



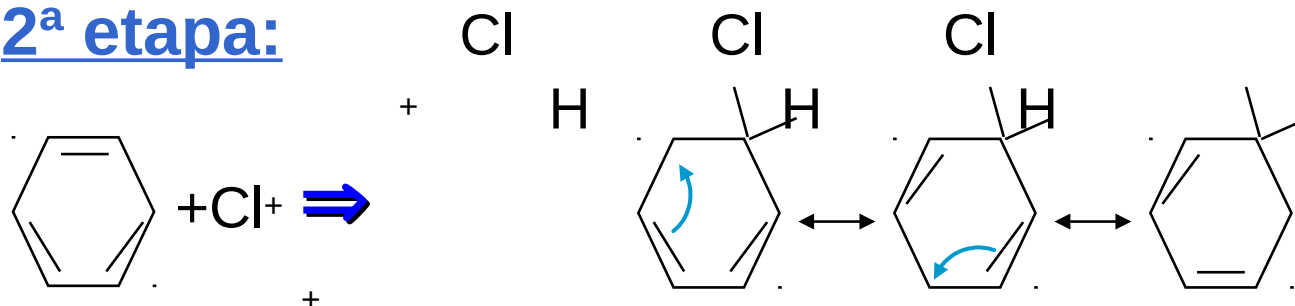
3ª etapa:



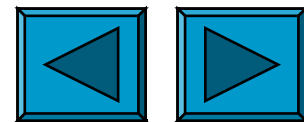
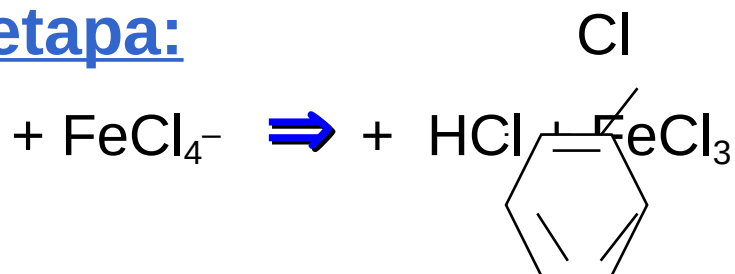
Mecanismo de sustitución electrófila (halogenación) (+M). □



■ 2ª etapa:

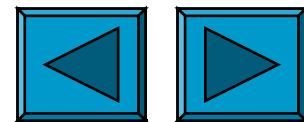
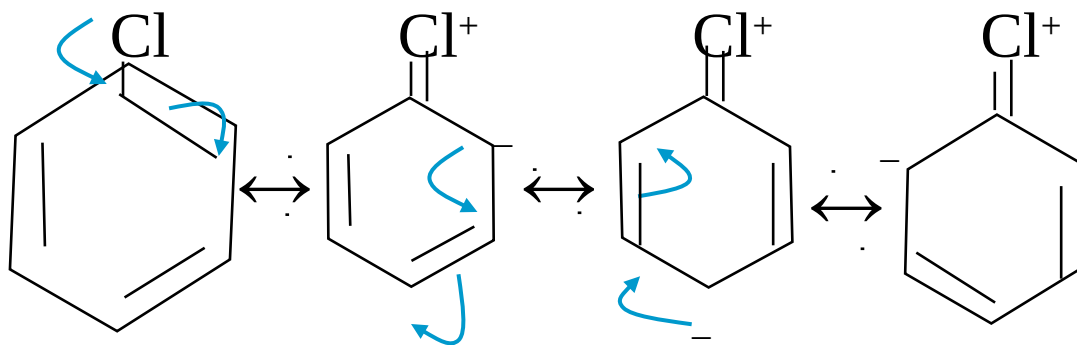


■ 3ª etapa:

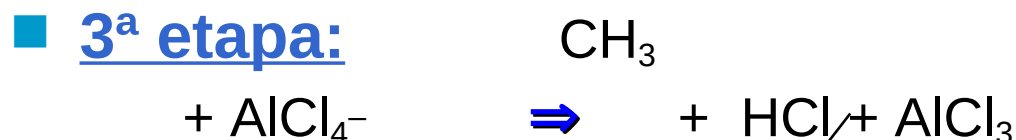
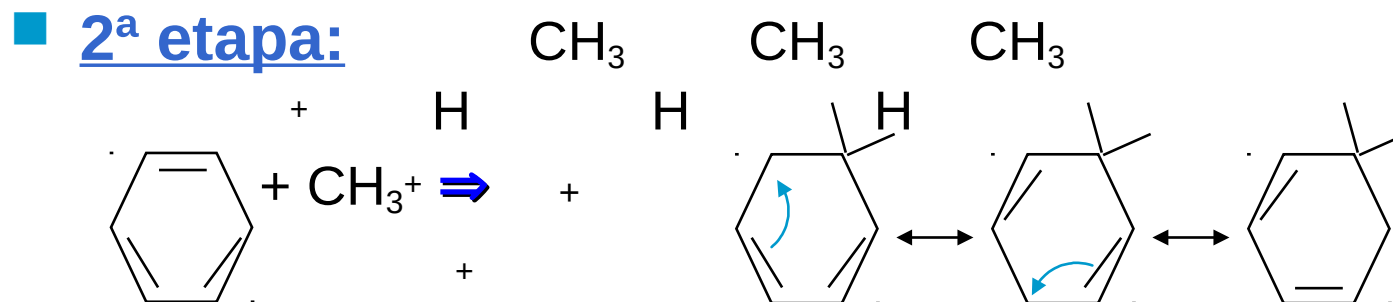
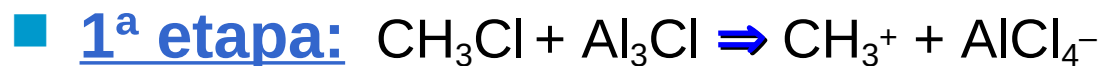


Orientación del segundo sustituyente de reactivo electrófilo “+M” . □

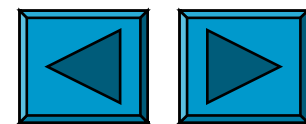
- El segundo grupo electrófilo se orienta fundamentalmente a las posiciones “orto” y “para” dado el efecto +M del Cl ya que estas posiciones tienen δ^-)



Sustitución electrófila. Ejemplo de alquilación (+I) (Friedel–Crafts) □.

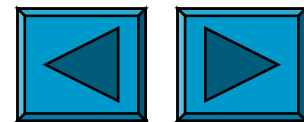


- *El segundo grupo electrónico se orienta fundamentalmente a las posiciones "orto" y "para" dado el efecto +I del radical CH_3 ya que estas posiciones tienen δ^-)*



Sustitución nucleófila

- Se produce cuando un reactivo nucleófilo ataca a un carbocatión.
- Para ello, es necesario que el carbono que va a sufrir el ataque esté unido a un elemento muy electronegativo para que quede con déficit electrónico.
- Vamos a estudiar dos casos de sustitución nucleófila:
 - Sustitución en derivados clorados.
 - Sustitución en alcoholes.

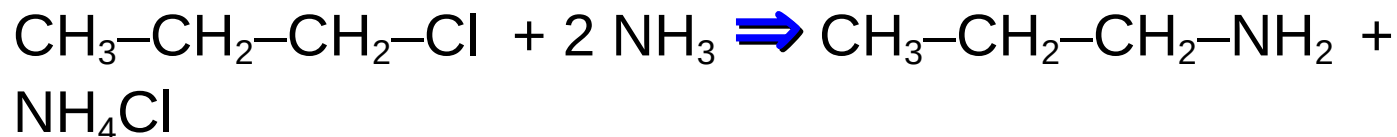


Ejemplos de Sustitución nucleófila.

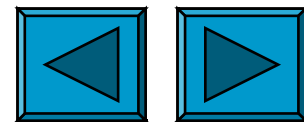
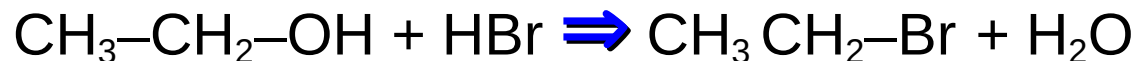
■ Sustitución de derivados clorados:



- **Nota:** Esta reacción compite con la de *eliminación*, si bien en este caso, por formarse un carbocatión estable (terciario) se favorece la *sustitución*.



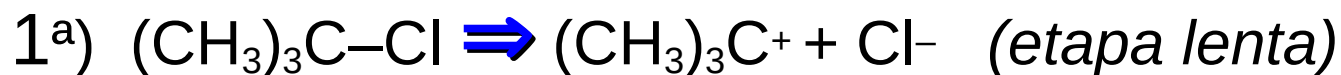
■ Sustitución de alcoholes:



Mecanismos de sustitución nucleófila □.

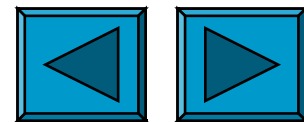
■ Sustitución unimolecular (SN₁)

Es favorecida por carbocationes estables.



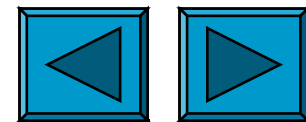
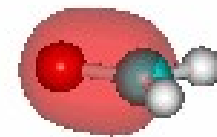
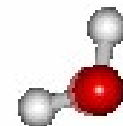
■ Sustitución bimolecular (SN₂)

Es favorecida por carbocationes inestables.



Reacciones de adición.

- **Electrófila:** (a doble o triple enlace)
 - Suelen seguir un mecanismo unimolecular.
 - Siguen la regla de **Markownikoff:**
“La parte positiva del reactivo se adiciona al carbono más hidrogenado”.
- **Nucleófila:** En sustancias orgánicas con dobles enlaces fuertemente polarizados. Ej.– C=O
- **Radicalica:** Es poco frecuente.
 - Se produce en presencia de peróxidos. (anti

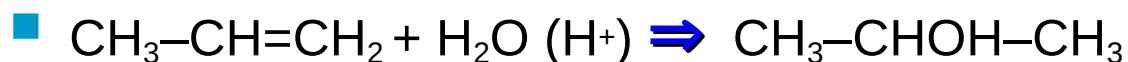


Ejemplos de reacciones de adición.

■ Electrófila:

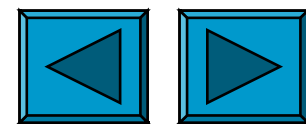
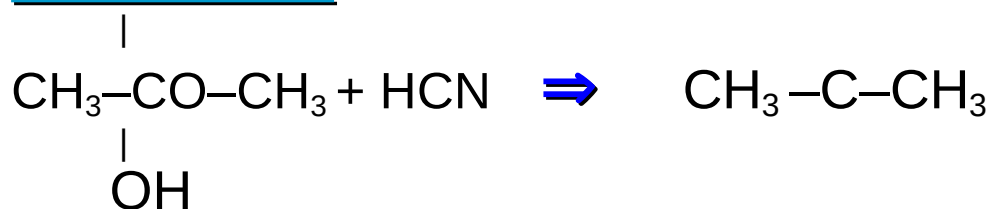
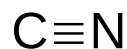


(mayor proporción)



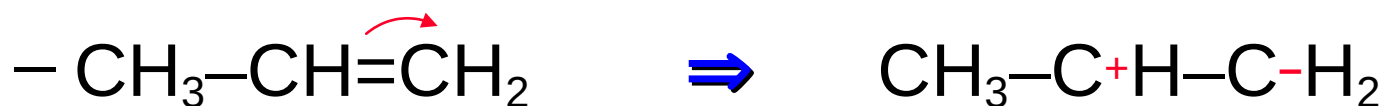
(mayor proporción)

■ Nucleófila:



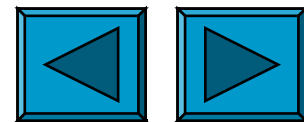
Mecanismo de la reacción de adición electrófila. □

■ 1ª etapa: (lenta)



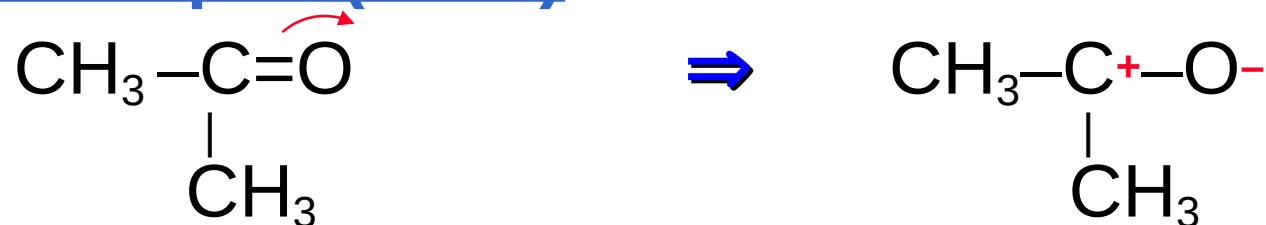
– *(La carga positiva la soporta mejor el carbono secundario que el primario por estar mejor compensada por el efecto +I de dos grupos CH_3 y C-H_2 (regla de Markownikoff))*

■ 2ª etapa: (rápida)

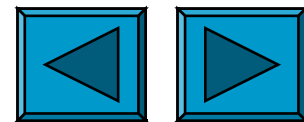
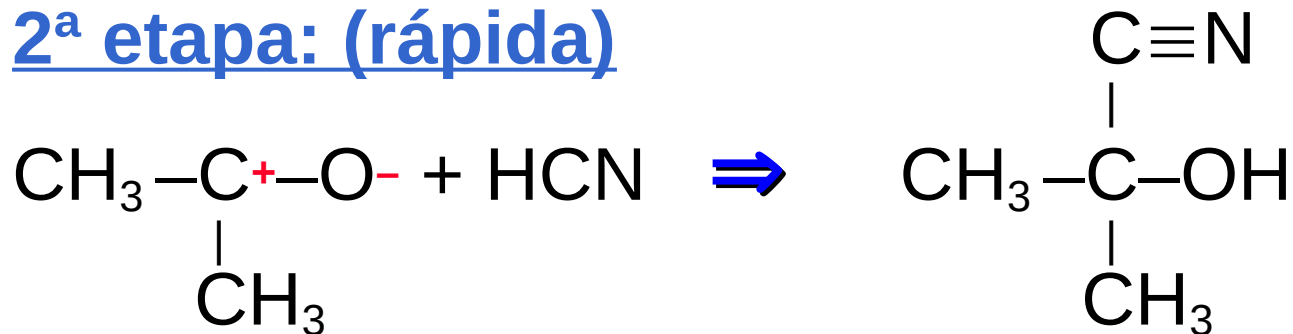


Mecanismo de la reacción de adición nucleófila. □

■ 1ª etapa: (lenta)

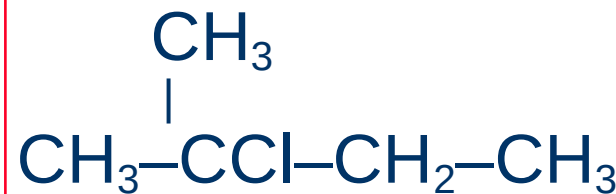
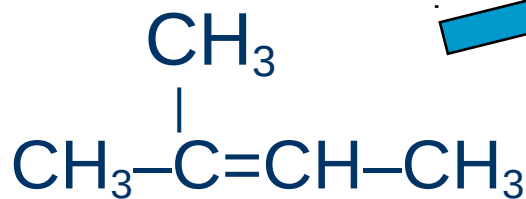


■ 2ª etapa: (rápida)

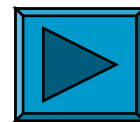
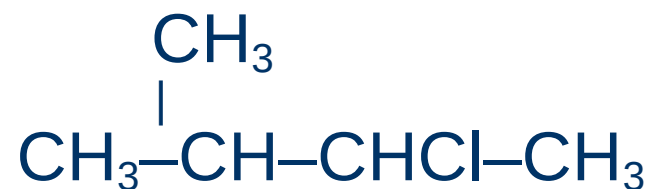


Ejercicio E: Al reaccionar metil-2-buteno con ⁵³

ácido clorhídrico se producen dos derivados clorados. Escribe sus fórmulas y justifica cual de ellos se encontrará en mayor proporción.



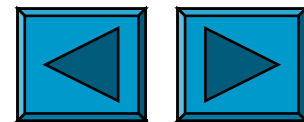
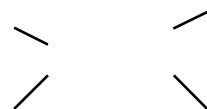
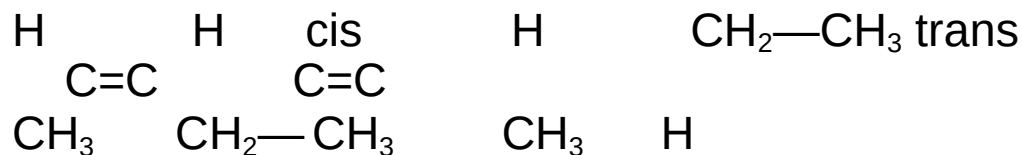
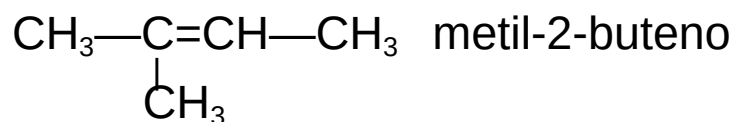
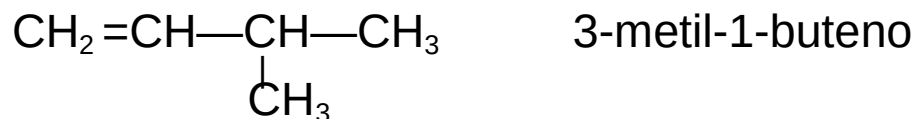
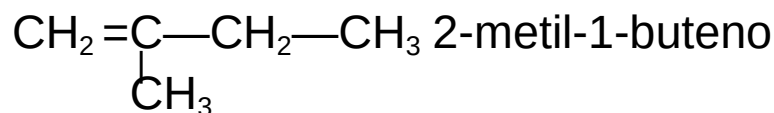
mayor proporción



Ejercicio F: a) Formule y nombre todos los posibles hidrocarburos de fórmula C_5H_{10} que sean

54

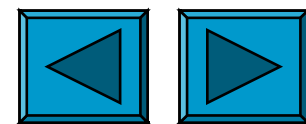
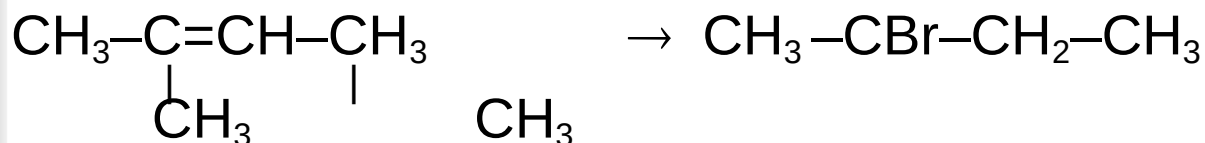
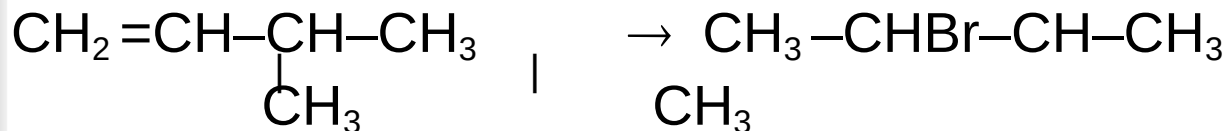
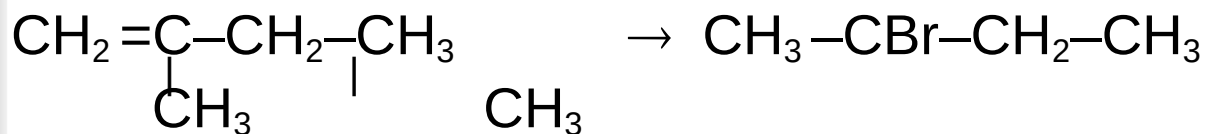
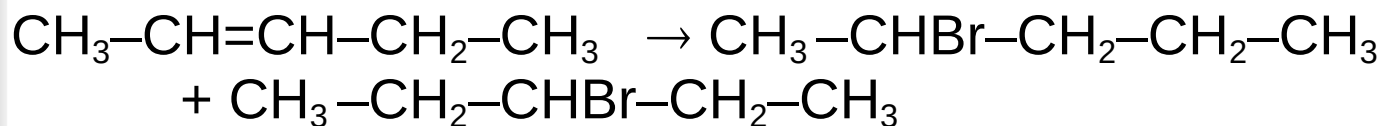
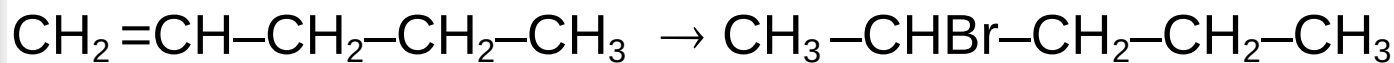
isómeros de cadena abierta. b) Escriba las reacciones que tendrán lugar al adicionar HBr a cada uno de los isómeros de cadena lineal del apartado a).



Ejercicio F: a) Formule y nombre todos los posibles hidrocarburos de fórmula C_5H_{10} que sean isómeros de cadena abierta. b) Escriba las reacciones que tendrán lugar al adicionar HBr a cada uno de los isómeros de cadena lineal del apartado a).

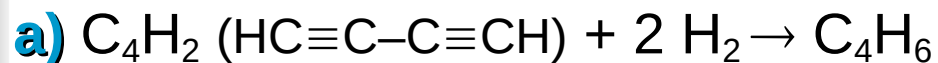
isómeros de cadena abierta. b) Escriba las reacciones que tendrán lugar al adicionar HBr a cada uno de los isómeros de cadena lineal del apartado a).

b) alqueno + HBr → bromoderivado mayoritario



Ejercicio G: a) A una muestra de 100g de un 56

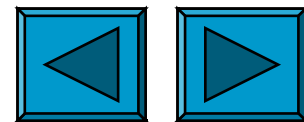
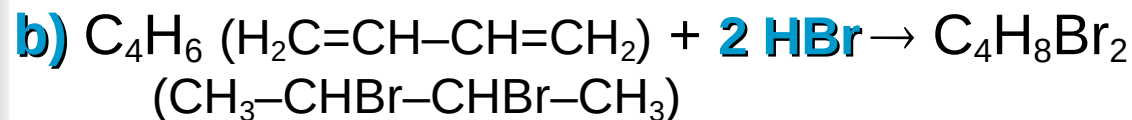
carburo lineal C_4H_2 (A) se le adiciona hidrogeno. Calcule el volumen de hidrogeno medido a 700mm Hg de presión y a una temperatura de $50^\circ C$ que habría reaccionado si el producto obtenido fuese C_4H_6 (B). **b)** Calcule cuantos moles de ácido bromhídrico habría que añadir al C_4H_6 obtenido para que desaparezcan totalmente los dobles enlaces (C). **c)** Formule y nombre los productos A, B y C y escriba las reacciones que tienen lugar en los apartados a) y b)



$$50 \text{ g} \text{ ————— } 2 \text{ mol} \quad (H_2C=CH-CH=CH_2)$$

$$100 \text{ g} \text{ ————— } n \Rightarrow n = 4 \text{ moles de } H_2$$

$$V = \frac{4 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot L \cdot 323 \text{ K}}{760 \text{ mm Hg} \cdot 1 \text{ atm}} = \mathbf{115 \text{ litros}} \quad \text{mol} \cdot K \cdot 700$$



Ejercicio G: a) A una muestra de 100g de un 57
hidrocarburo lineal C_4H_2 (A) se le adiciona hidrogeno.

Calcule el volumen de hidrogeno medido a 700mm Hg de presión y a una temperatura de $50^\circ C$ que habría reaccionado si el producto obtenido fuese C_4H_6 (B). b) Calcule cuantos moles de ácido bromhídrico habría que añadir al C_4H_6 obtenido para que desaparezcan totalmente los dobles enlaces (C). c) Formule y nombre los productos A, B y C y escriba las reacciones que tienen lugar en los apartados a) y b)

c) (A) C_4H_2 ($HC\equiv C-C\equiv CH$)

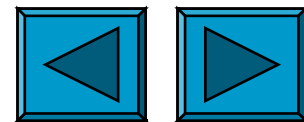
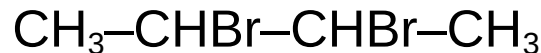
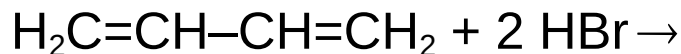
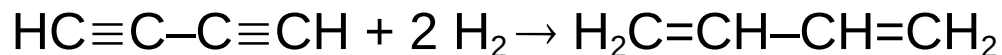
butadiino

(B) C_4H_6 ($H_2C=CH-CH=CH_2$)

1,3- butadieno

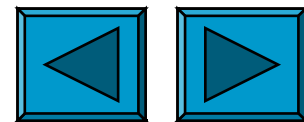
(C) $C_4H_8Br_2$ ($CH_3-CHBr-CHBr-CH_3$)

2,3-dibromo-butano



Reacciones de eliminación

- De la molécula orgánica se elimina una pequeña molécula; así, se obtiene otro compuesto de menor masa molecular.
- Siguen la regla de **Saytzeff**:
“En las reacciones de eliminación el hidrógeno sale del carbono adyacente al grupo funcional que tiene menos hidrógenos”



Ejemplos de reacciones de eliminación

- Vamos a estudiar dos casos:

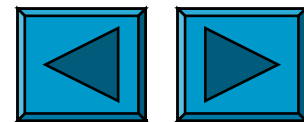
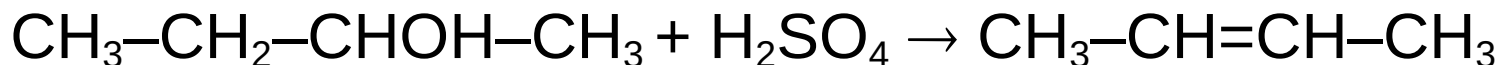
Deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo.

- Se produce en medio básico.



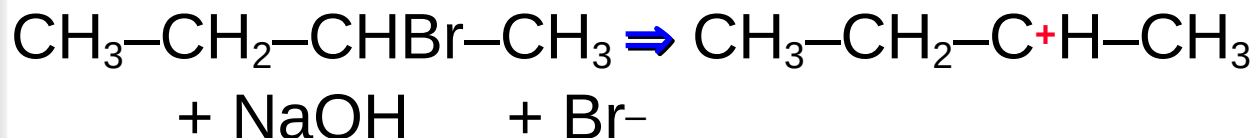
- Deshidratación de alcoholes. *mayoritario*

- Se produce en medio ácido.



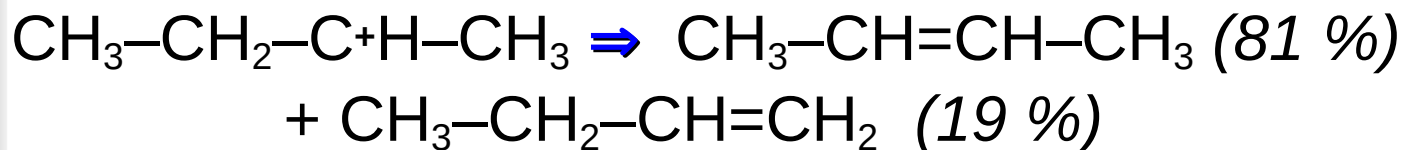
Mecanismo de la deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo (medio básico). □

■ 1ª etapa: (lenta)

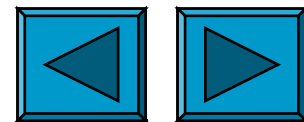


–**Nota:** Esta reacción compite con la de *sustitución*, si bien en este caso, por formarse un carbocatión menos estable (secundario) se favorece la *eliminación*.

■ 2ª etapa:

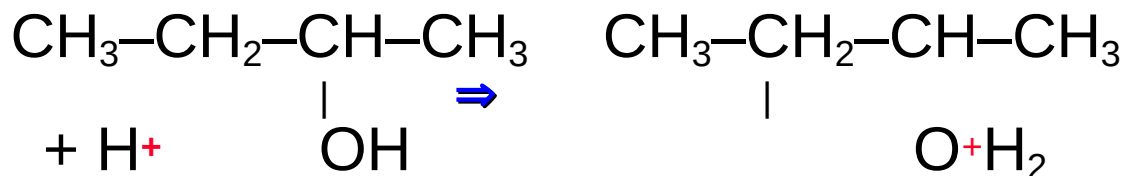


–El Br⁻ neutraliza al Na⁺ y el H⁺ saliente reacciona con el OH⁻ formando H₂O.

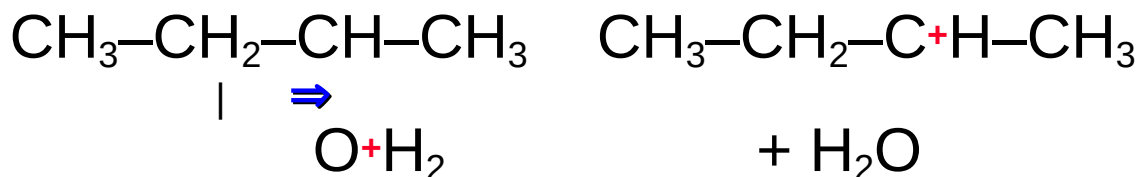


Mecanismo de la deshidratación de alcoholes (medio ácido) □

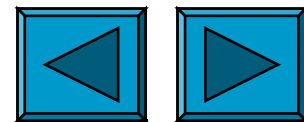
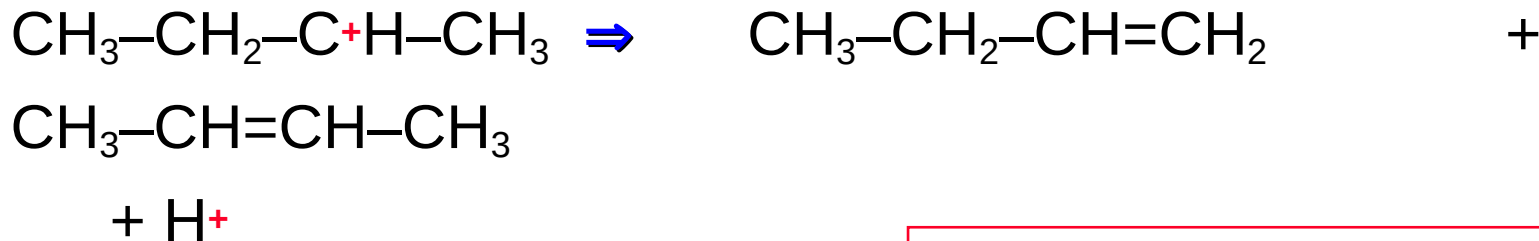
■ 1ª etapa: (protonación)



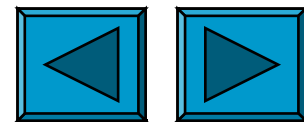
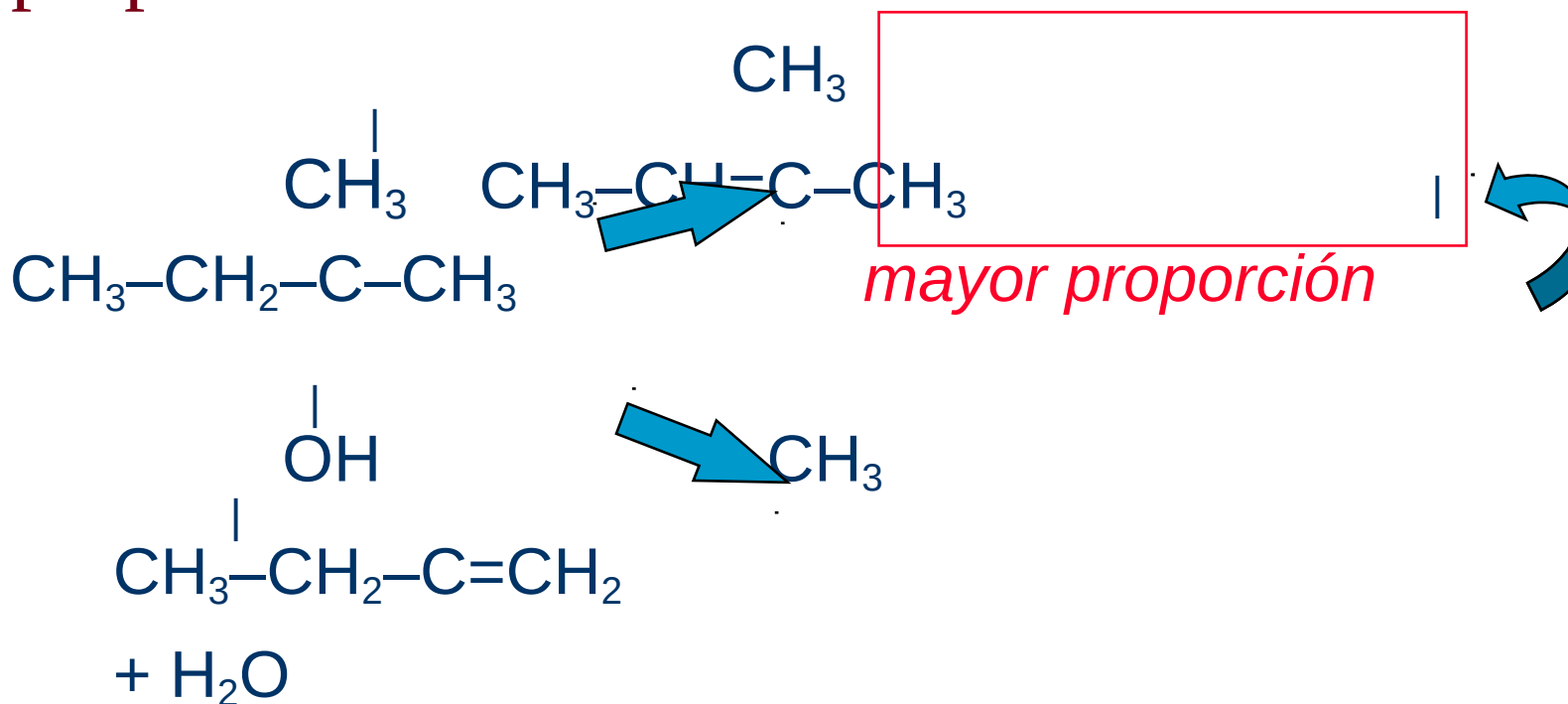
■ 2ª etapa: (formación de carbocatión). (lenta)



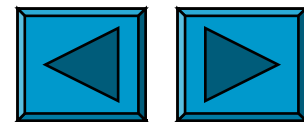
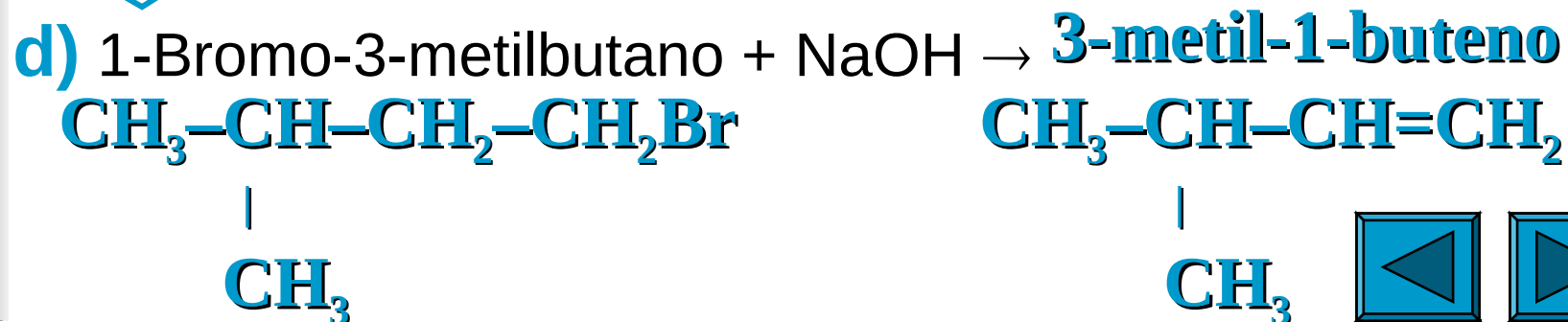
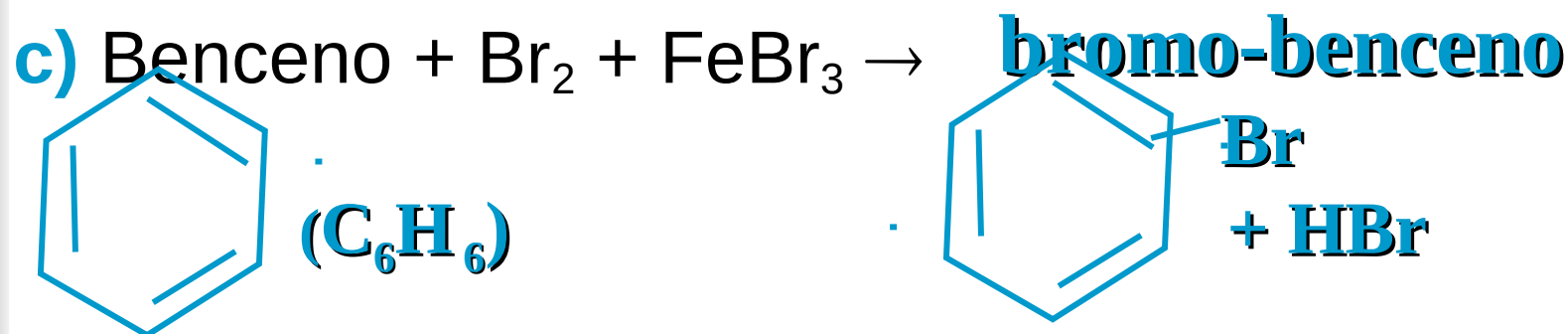
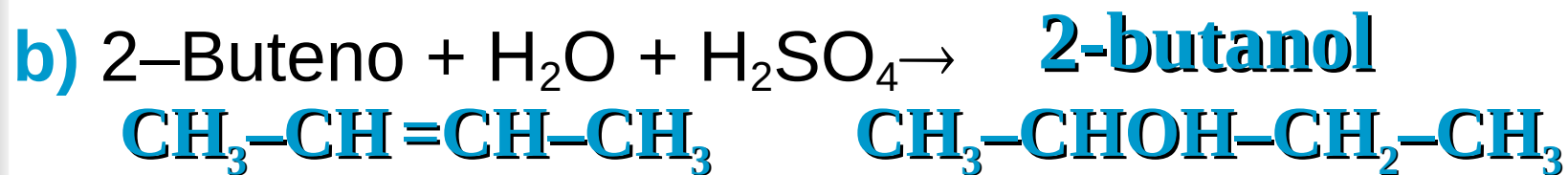
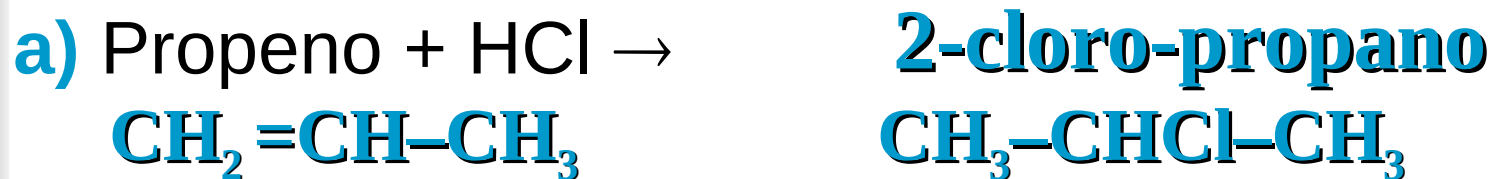
■ 3ª etapa: (formación de alqueno) (Saytzeff)



Ejemplo: Al reaccionar 2-metil-2-butanol con ácido sulfúrico se produce una mezcla de alquenos en diferente proporción. Escribe los posibles alquenos y justifica sus proporciones.

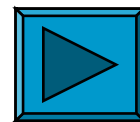


Ejercicio H: Predecir los productos para cada una de las siguientes reacciones formulando y nombrando los compuestos que intervienen:



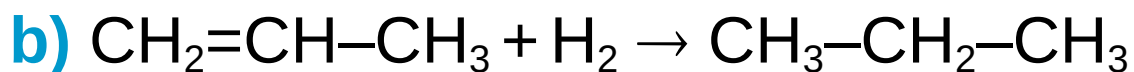
Ejercicio I: a) Complete y formule la siguiente secuencia de reacciones y nombre los compuestos obtenidos; b) Calcule los gramos de propeno que reaccionarían con hidrógeno, para dar 100 litros de propano en condiciones normales, suponiendo que el rendimiento de la reacción es del 60%. Datos: Masas atómicas C=12 H=1

- 1) Propeno + HBr \rightarrow **2-bromopropano**
 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ $\text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_3$
- 2) 1-propanol + $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{conc}) \rightarrow$ **propeno**
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ $\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$
- 3) 1-Bromopropano + NaOH \rightarrow **propeno**
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Br}$ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$
 $+ \text{H}_2\text{O} + \text{NaBr}$



Ejercicio I: a) Complete y formule la

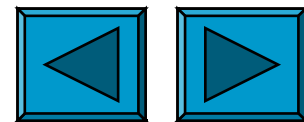
siguiente secuencia de reacciones y nombre los compuestos obtenidos; b) Calcule los gramos de propeno que reaccionarían con hidrógeno, para dar 100 litros de propano en condiciones normales, suponiendo que el rendimiento de la reacción es del 60%. Datos: Masas atómicas C=12 H=1



$$\frac{42 \text{ g}}{m(\text{propeno})} \quad \frac{22,4 \text{ L}}{100 \text{ L}}$$

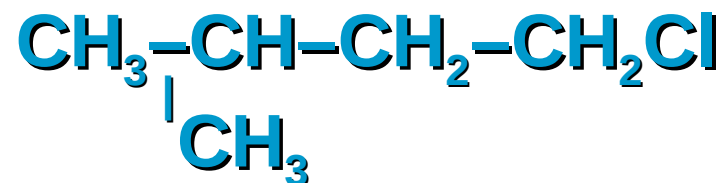
$$m(\text{propeno}) \text{ teórica} = 187,5 \text{ g}$$

$$m(\text{propeno}) \text{ real} = 187,5 \text{ g} \cdot \frac{100}{60} = \mathbf{312,5 \text{ g}}$$

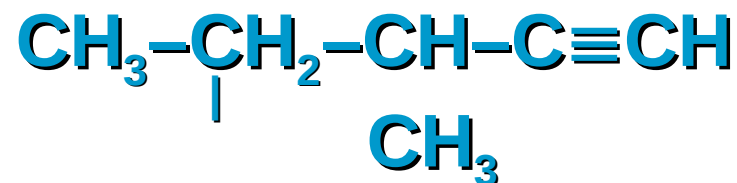


Ejercicio J: a) Escriba las formulas (semidesarrolladas) de los siguientes compuestos: 3-metil-1-cloro-butano; 3-metil-1-pentino; metil-2-propanol; 2,4-pentanodiona.

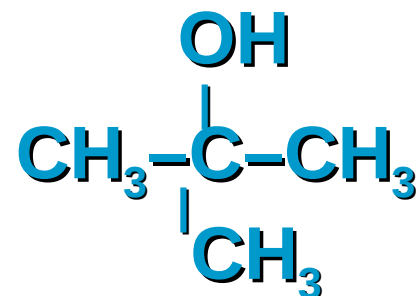
a) 3-metil-1-cloro-butano



3-metil-1-pentino



metil-2-propanol

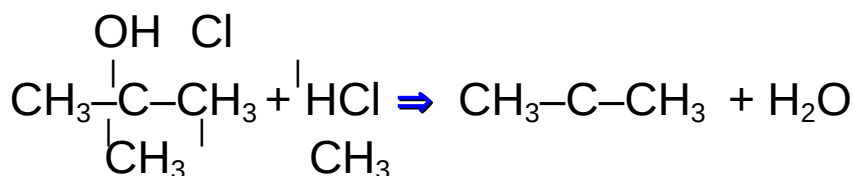


2,4-pentanodiona.

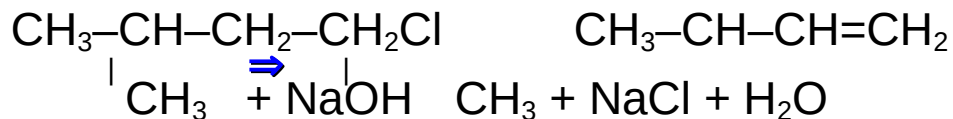


Ejercicio J: b) Utilizando algunos de los compuestos anteriores escriba un ejemplo de reacción de sustitución, otro de eliminación y otro de adición.

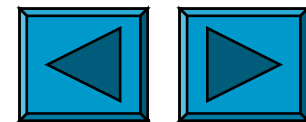
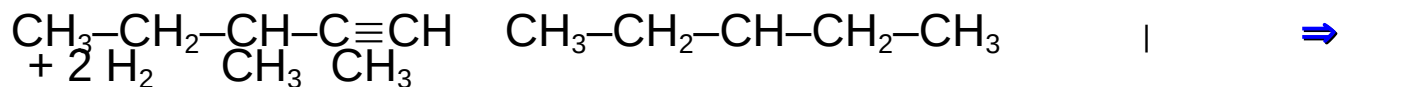
b) Sustitución:



Eliminación:

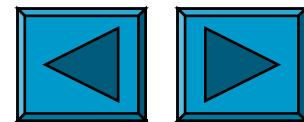


Adición:

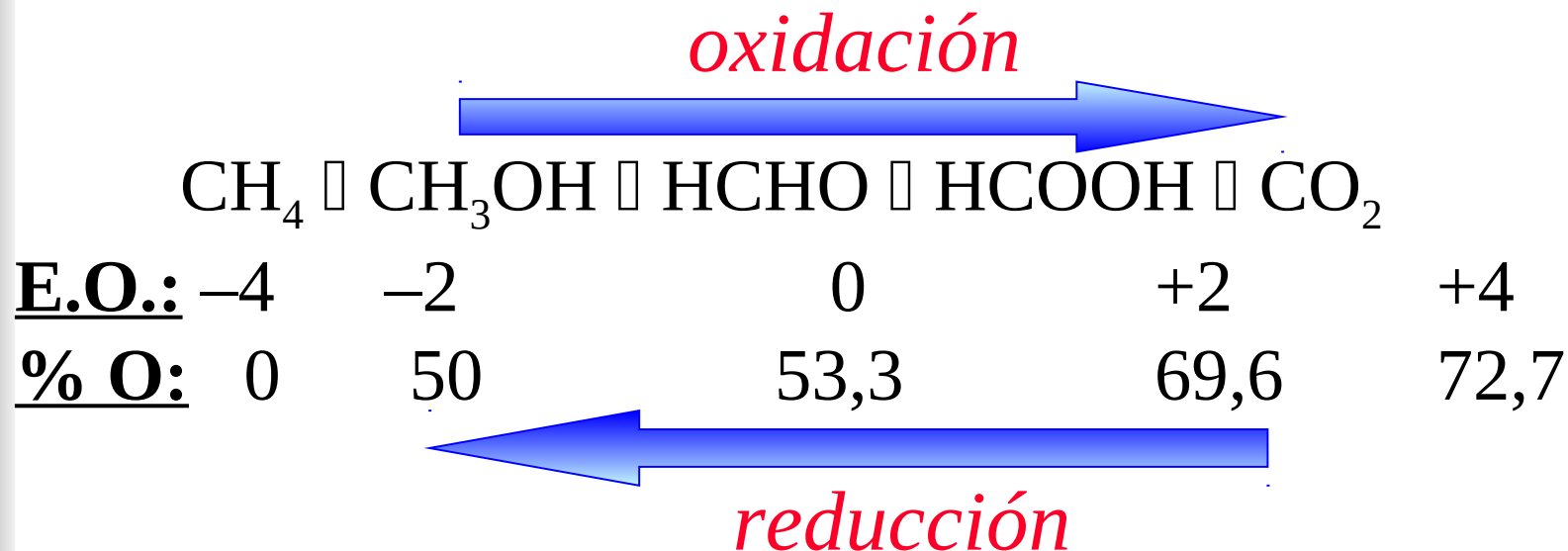


Reacciones Redox.

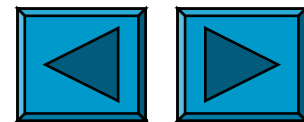
- En Orgánica existen también reacciones redox.
- Es más complejo determinar el E.O. del C, ya que en una misma cadena, cada átomo de C puede tener un estado de oxidación distinto.
- Como consecuencia de ello, al calcular el estado de oxidación, en ocasiones salen números fraccionarios, que no son sino las medias aritméticas de los estados de oxidación de cada uno de los átomos de carbono.
- Habitualmente, se sigue utilizando el concepto de oxidación como aumento en la proporción de oxígeno y reducción como disminución es la proporción de oxígeno.



Reacciones Redox más comunes.



- Oxidación de alquenos
- Ozonolisis.
- Oxidación de alcoholes.
- Oxidación y reducción de aldehídos y cetonas.
- Combustión.



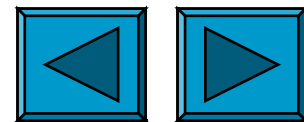
Oxidación de alquenos.

- Los alquenos se oxidan con formando dialcoholes:

- Ejemplo:



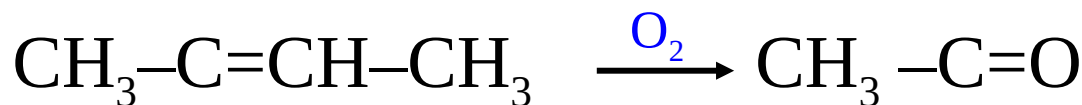
- Si no se toman precauciones la oxidación puede ser más profunda y formarse aldehídos y/o cetonas.



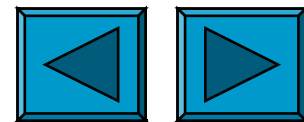
Ozonolisis.

- Es una reacción específica del doble enlace, que consiste en la ruptura del mismo partiendo la cadena en dos y formando ácidos carboxílicos o cetonas:

- Ejemplo:



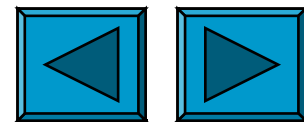
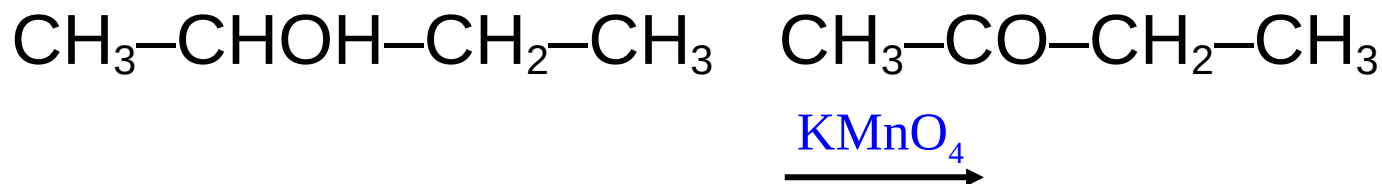
- En presencia de un ambiente reductor, es posible obtener aldehídos en vez de ácidos carboxílicos.



Oxidación de alcoholes.

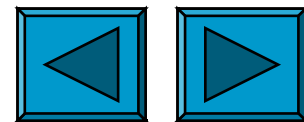
- Los alcoholes se oxidan por acción del KMnO_4 o del $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ a aldehídos o cetonas dependiendo de si se trata de un alcohol primario o secundario, respectivamente.
- Los alcoholes terciarios, en cambio, son bastante resistentes a la oxidación.

- Ejemplo:

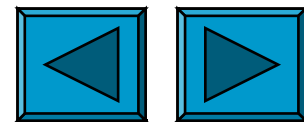
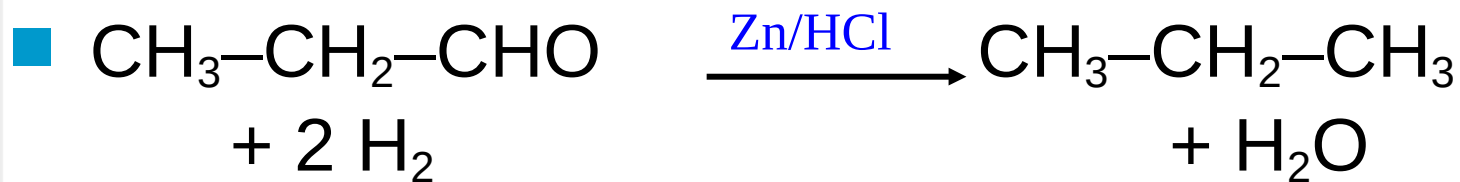
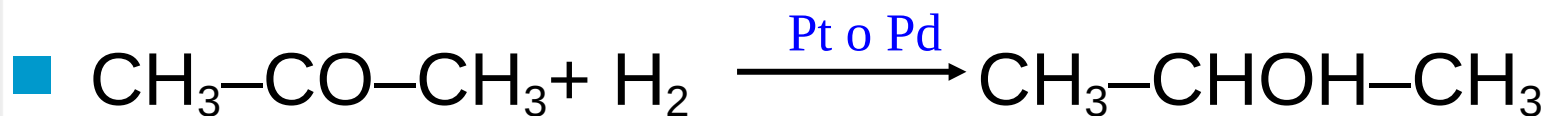
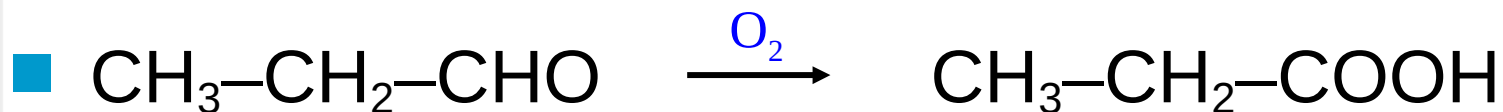


Oxidación y reducción de aldehídos y cetonas.

- Los aldehídos son sustancias muy frágiles y reductoras y se oxidan con facilidad a ácidos.
- Los aldehídos también pueden transformarse en alcoholes primarios e incluso en hidrocarburos en presencia de un ambiente reductor fuerte, dependiendo del catalizador empleado.
- En cambio, las cetonas sufren reacciones de reducción similares a los aldehídos, pero se resisten a ser oxidadas.

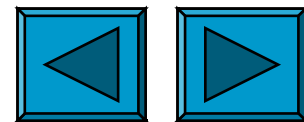


Oxidación y reducción de aldehídos y cetonas. Ejemplos.



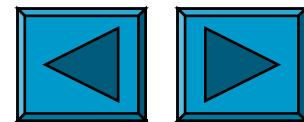
Combustión

- Constituyen un caso especial dentro de las reacciones redox. En ellas, el compuesto se quema para formar CO_2 y H_2O y liberándose gran cantidad de energía..
- Ejemplo:
- $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} +$
energía



Otras reacciones orgánicas

- Esterificación/hidrólisis ácida.
- Saponificación (hidrólisis básica).
- Condensación.



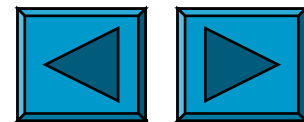
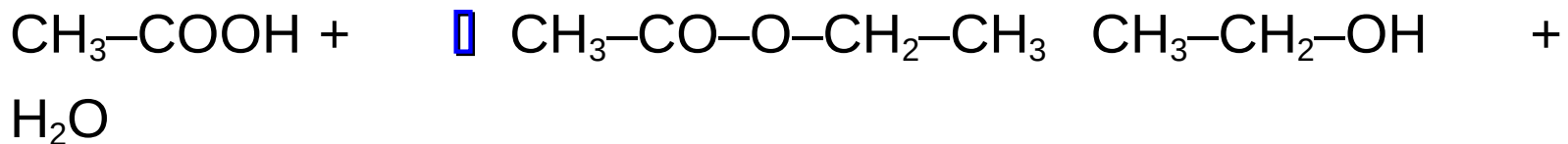
Esterificación o Hidrólisis ácida

- Se produce entre ácidos carboxílicos cuando reaccionan con alcoholes:



- Se forman ésteres y se desprende una molécula de agua.
- Se trata de una reacción reversible.

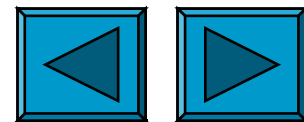
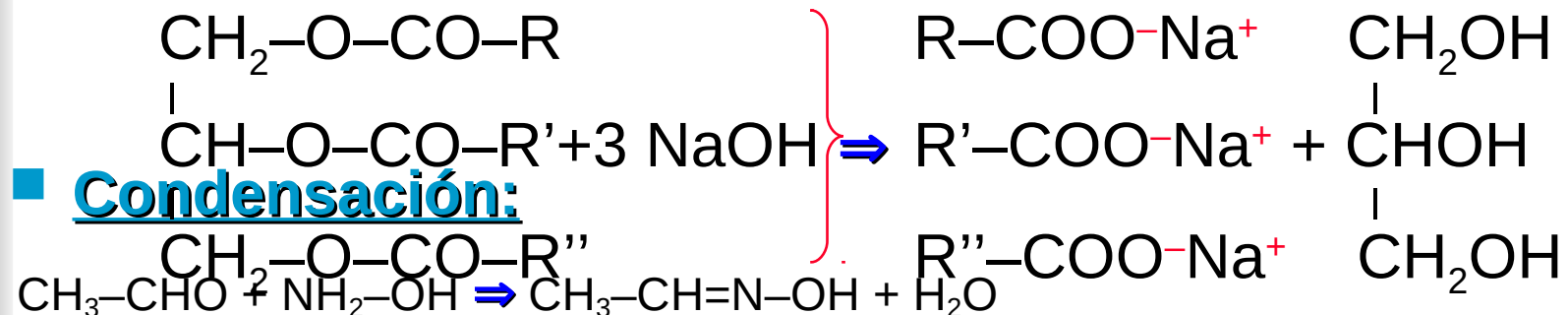
- Ejemplo:



Otras reacciones.

■ Saponificación (hidrólisis básica):

- Es una reacción de las grasas (triésteres de la glicerina o propanotriol).
- Es una reacción irreversible.



Ejemplo: Escriba las reacciones completas de: **a)** Deshidratación del etanol. **b)** Sustitución del OH del etanol por un halogenuro. **c)** Oxidación del etanol. **d)** Ácido acético con etanol.

