

REACTIVIDAD DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

1. Reacciones inorgánicas / Reacciones orgánicas
2. Representación general de una reacción orgánica
3. Algunos aspectos a tener en cuenta en las reacciones orgánicas
4. Principales tipos de reacciones orgánicas
5. Bibliografía

1. Reacciones inorgánicas / Reacciones orgánicas

Reacciones inorgánicas:

- En general son rápidas y sencillas, especialmente las iónicas en disolución acuosa porque los reactivos ya están listos para reaccionar.

Reacciones orgánicas:

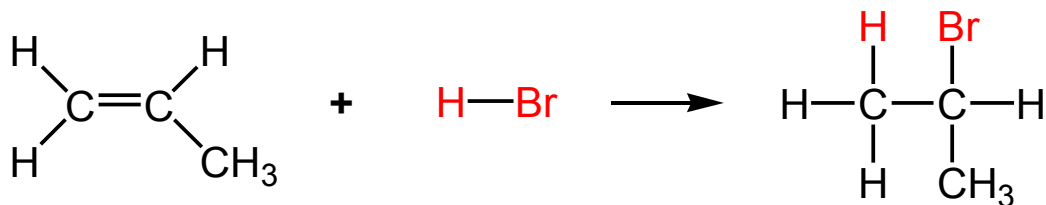
- Son reacciones moleculares: se rompen y forman enlaces covalentes
- Transcurren en pasos sucesivos
- Son más lentas y complejas
- A menudo requieren la presencia de catalizadores y temperaturas elevadas



2. Representación general de una reacción orgánica



El SUSTRATO es la sustancia orgánica que es atacada por una sustancia más pequeña llamada REACTIVO (o agente reaccionante, como el H^+ , OH^- , H_2O , NH_3 , Br^- , ...)



Si las dos sustancias son de tamaño similar, se considera reactivo a la que más se altera en el transcurso de la reacción.



3. Algunos aspectos a tener en cuenta en las reacciones orgánicas

a. La reactividad del sustrato. Depende de la presencia de grupos funcionales, insaturaciones, etc., provocando desplazamientos electrónicos:

- Efecto inductivo
- Efecto mesómero o de resonancia

b. Cómo se rompen los enlaces y qué intermedios de reacción se producen:

- Ruptura homolítica u homopolar: Radicales libres
- Ruptura heterolítica o heteropolar: Carbocatión y Carbanión

c. Estructura electrónica de los reactivos. Permite agruparlos en:

- Radicales libres
- Reactivos nucleófilos
- Reactivos electrófilos

d. Mecanismos básicos de las reacciones orgánicas:

- Reacciones radicáticas
- Reacciones unimoleculares o por etapas
- Reacciones bimoleculares o concertadas

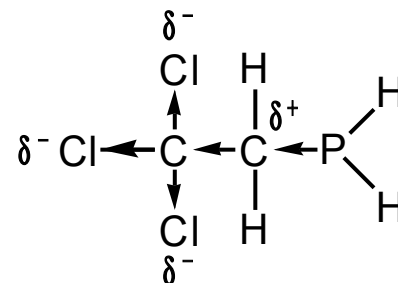


3. Algunos aspectos a tener en cuenta en las reacciones orgánicas

a. **La reactividad del sustrato.** Depende de la presencia de grupos funcionales, insaturaciones, etc., provocando desplazamientos electrónicos:

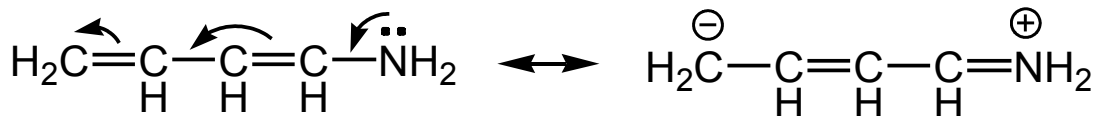
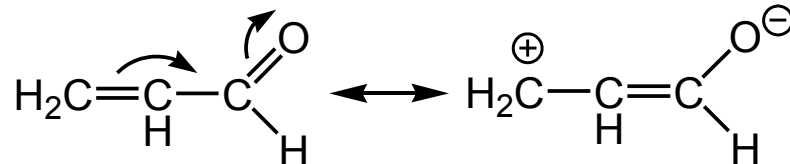
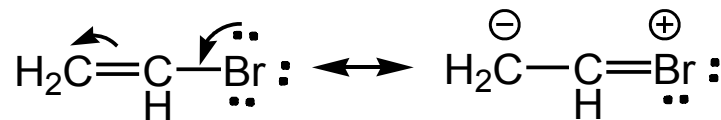
- **Efecto inductivo:** Desplazamiento del par electrónico del enlace σ hacia el átomo más electronegativo, representado mediante flecha hacia éste. Se transmite a lo largo de la cadena carbonada perdiendo rápidamente intensidad. Puede ser:

- +I: grupos que ceden densidad electrónica al átomo de C
- -I: atraen hacia sí los electrones compartidos con el C



- **Efecto mesómero o de resonancia:** Desplazamiento de electrones de enlaces dobles C=C o C=O o de pares no enlazantes de átomos contiguos hacia uno de los átomos enlazados, formándose estructuras resonantes. Se transmite a lo largo de la cadena si hay dobles enlaces alternos (conjugados). Se representa por una flecha curva. Puede ser:

- +M: ceden dos electrones al átomo de C
- -M: grupos que atraen hacia sí los electrones del enlace pi compartidos con el C

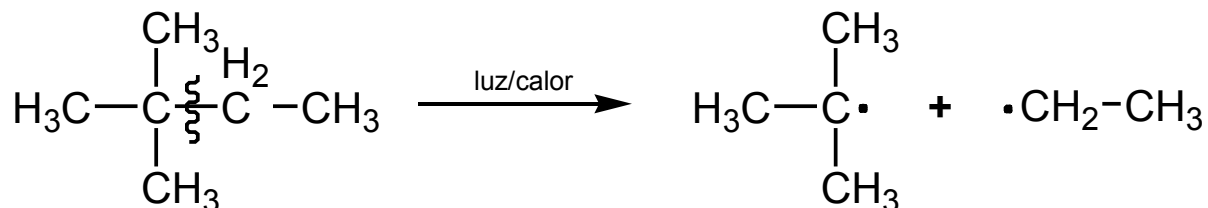


3. Algunos aspectos a tener en cuenta en las reacciones orgánicas

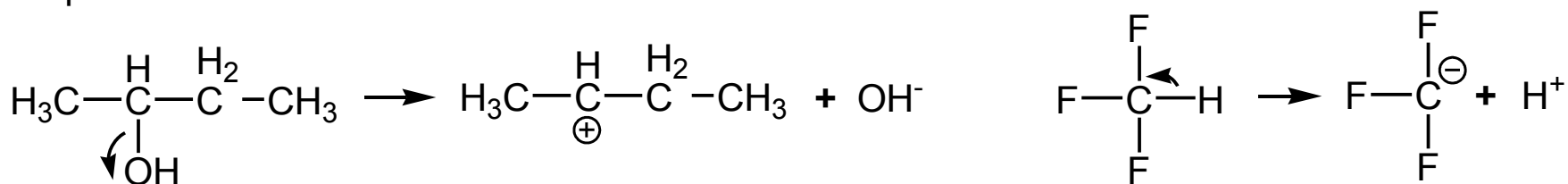
b. Cómo se rompen los enlaces y que intermedios de reacción se producen:

- **Ruptura homolítica u homopolar:** el enlace se rompe de manera simétrica dando lugar a dos **radicales libres**, cada uno con un e⁻ desapareado, muy reactivos por tanto. Se produce en enlaces entre átomos con electronegatividades similares. Requiere aportación de energía.

Orden de estabilidad del radical: terciario > secundario > primario > metilo



- **Ruptura heterolítica o heteropolar:** El enlace se rompe de forma asimétrica originándose dos iones, positivo (**carbocación**) y negativo (**carbanión**). Se produce en enlaces polares.



Radicales libres, **carbocationes** y **carbaniones** son intermedios de reacción: se forman en el transcurso de la reacción y tienen una vida efímera.



3. Algunos aspectos a tener en cuenta en las reacciones orgánicas

c. Estructura electrónica de los reactivos

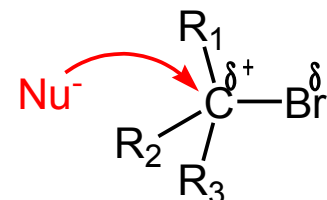
- **Radicales libres:** Poseen un electrón desapareado, luego muy inestables y muy reactivos. Actúan en reacciones radicalarias. Se representan en general por **R ·**.



- **Reactivos nucleófilos** (afinidad por zonas de carga positivas): Tienen carga negativa o pares de electrones libres disponibles para formar enlace, por lo que atacan sustratos con zonas de baja densidad electrónica y a los carbocationes.

Aniones (**Nu⁻**): H^- , Br^- , OH^- , F^- , Cl^- , RO^- , CN^- , HSO_3^- , RCOO^-

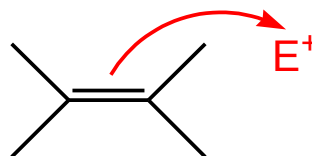
Moléculas (**Nu:**): ROH , H_2O , R_3N



- **Reactivos electrófilos** (afinidad por zonas de carga negativas): Tienen carga positiva u orbitales vacíos, por lo que preferirán sustratos con zonas de alta densidad electrónica (dobles y triples enlaces).

Cationes (**E⁺**): H^+ , Br^+ , Cl^+ , I^+ , NO^+ , NO_2^+ , R_3C^+ , cationes metálicos ...

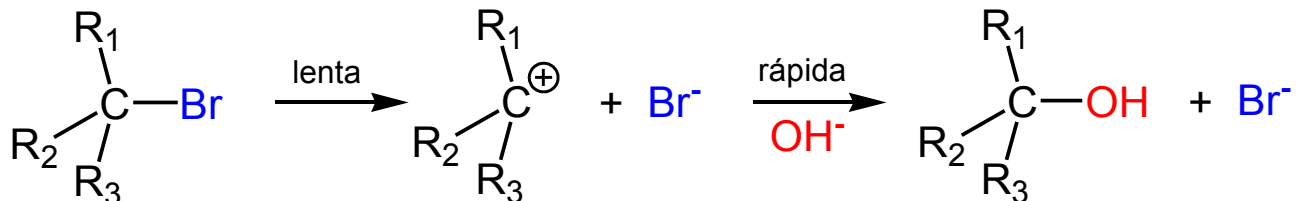
Moléculas (**E**): AlCl_3 , BF_3 , SO_3



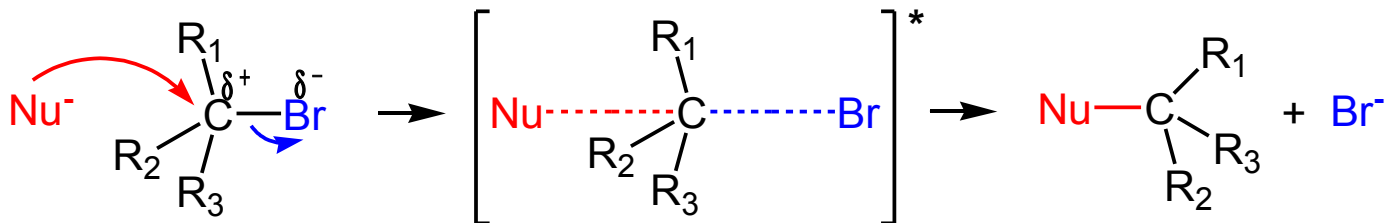
3. Algunos aspectos a tener en cuenta en las reacciones orgánicas

d. Mecanismos básicos de las reacciones orgánicas

- **Reacciones radicáticas:** Provocadas por rupturas homolíticas, son reacciones de cinética compleja y proporcionan variedad de productos. Favorecidas en fase gaseosa e iniciadas por la luz ultravioleta.
- **Reacciones unimoleculares o por etapas:** la ruptura de los enlaces del reactivo y del sustrato es independiente, siendo generalmente esta última etapa la lenta. Son por ello reacciones unimoleculares (sólo interviene una sustancia en cada etapa) en las que aparecen intermedios de reacción. Así la sustitución nucleófila unimolecular (S_N1):



- **Reacciones bimoleculares o concertadas:** La ruptura y la formación de los enlaces en el sustrato es simultánea y gradual a través de un complejo activado, en una sola etapa. Son bimoleculares porque su cinética depende de las concentraciones del sustrato y del reactivo que deben chocar entre sí para formar el complejo activado.



4. Principales tipos de reacciones orgánicas

Se pueden clasificar según una gran variedad de criterios. Aquí lo haremos según el reordenamiento atómico que sufren sustrato y reactivo.

a. Reacciones de sustitución o desplazamiento

- Sustituciones radicáticas
- Sustituciones nucleófilas
- Sustituciones electrófilas

b. Reacciones de adición a dobles o triples enlaces

- Adiciones radicáticas
- Adiciones electrófilas
- Adiciones nucleófilas

c. Reacciones de eliminación

d. Reacciones de condensación (adición-eliminación)

e. Reacciones redox

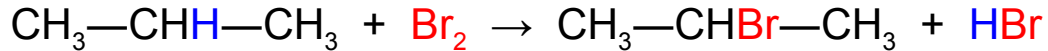
f. Reacciones ácido-base



4. Principales tipos de reacciones orgánicas

a. Reacciones de sustitución o desplazamiento: $R-X + Y \rightarrow R-Y + X$

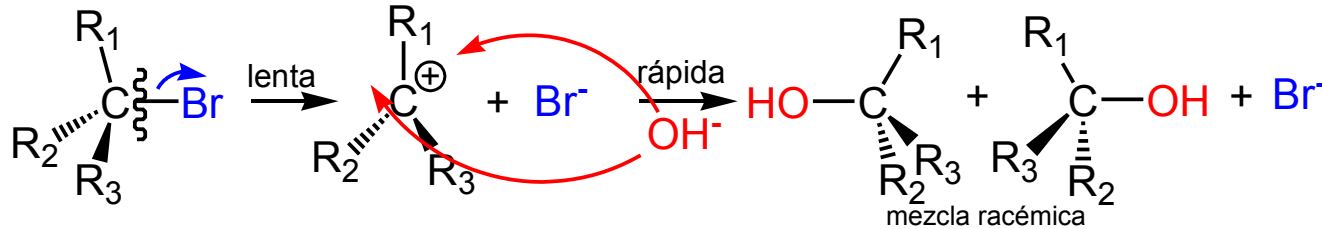
- **Sustituciones radicáticas:** A través de radicales libres, típicas en hidrocarburos saturados obteniéndose variedad de productos



Halogenación del propano

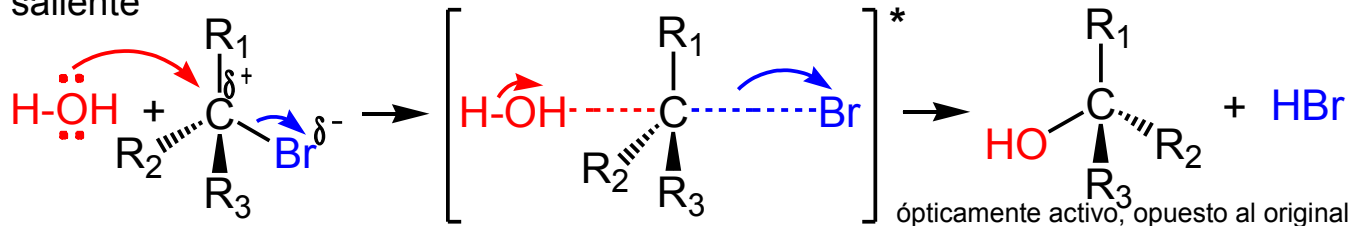
- **Sustituciones nucleófilas:** Un reactivo nucleófilo sustituye a un grupo electronegativo. Según sea la ruptura del enlace en el sustrato tenemos:

- **Sustitución nucleófila unimolecular S_N1 ;** en dos etapas



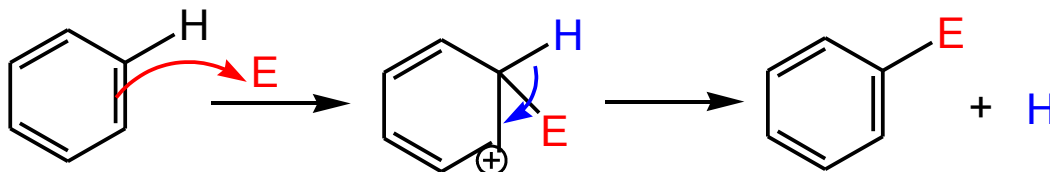
S_N1

- **Sustitución nucleófila bimolecular S_N2 ;** en una etapa ataca el nucleófilo y sale el grupo saliente



S_N2

Sustituciones electrófilas: El reactivo electrófilo ataca zonas de alta densidad del sustrato como los dobles enlaces en los hidrocarburos aromáticos

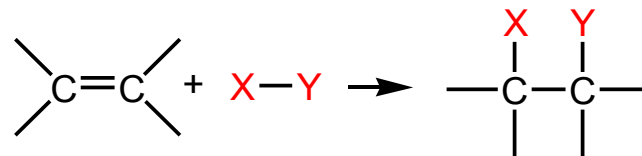


Bromación del benceno

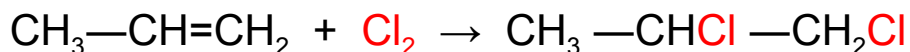


4. Principales tipos de reacciones orgánicas

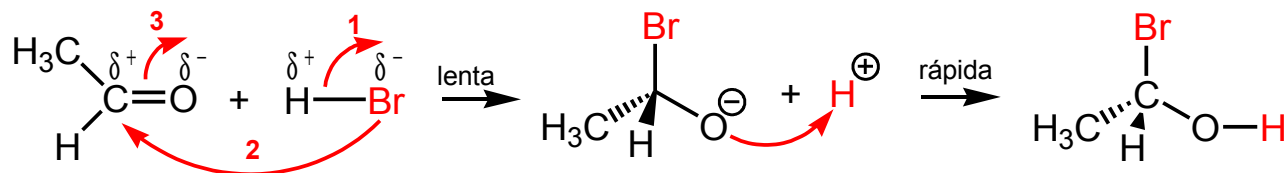
b. Reacciones de adición a dobles o triples enlaces:



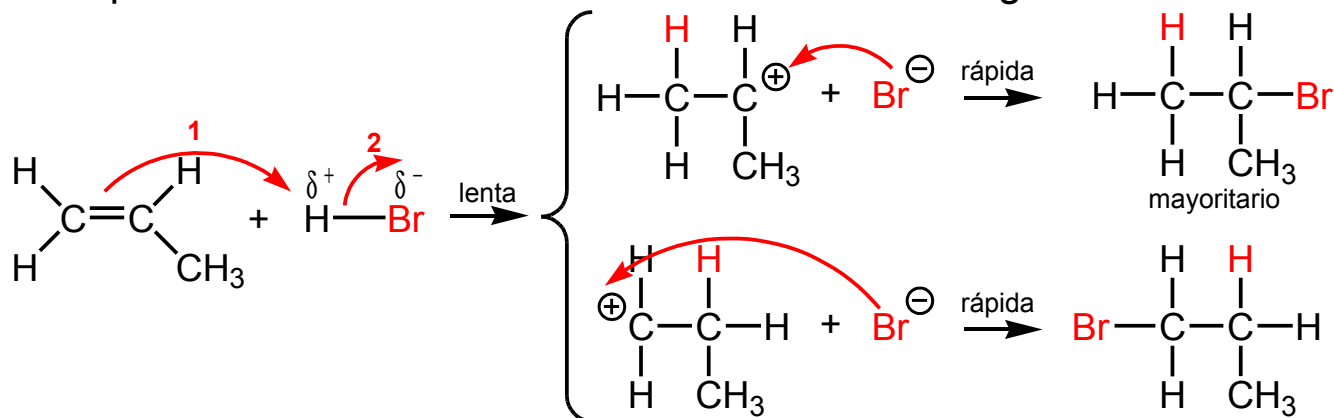
- **Adiciones radicáticas:** Poco frecuente porque la ruptura del enlace π no suele ser homolítica.



- **Adiciones nucleófilas:** Se produce en sustratos con insaturaciones polarizadas como $\text{C}=\text{O}$, $-\text{C}\equiv\text{N}$, ... lo que facilita que el C sea atacado por reactivos nucleófilos.



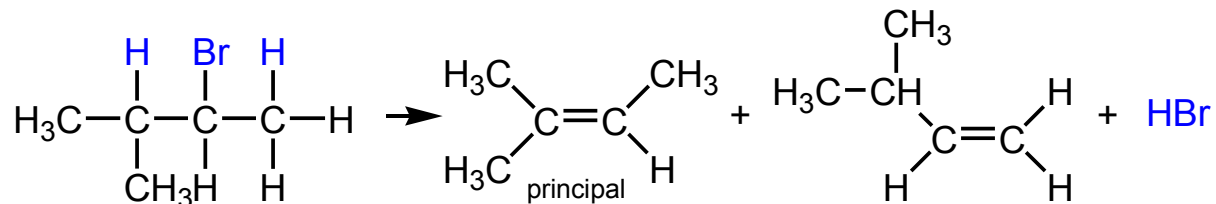
- **Adiciones electrófilas:** Adición de un reactivo electrófilo a la insaturación. Cuando se adiciona un reactivo asimétrico se sigue la **regla de Markownikoff**: La parte más electropositiva del reactivo se adiciona al C más hidrogenado.



4. Principales tipos de reacciones orgánicas

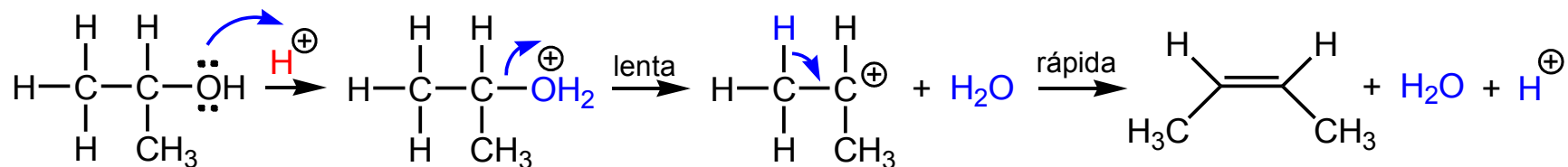
c. Reacciones de eliminación

Son inversas a las reacciones de adición y se produce fundamentalmente un doble enlace por pérdida de dos átomos unidos a dos C contiguos. Se sigue la **regla de Saytzeff**: Se obtiene la insaturación más sustituida.

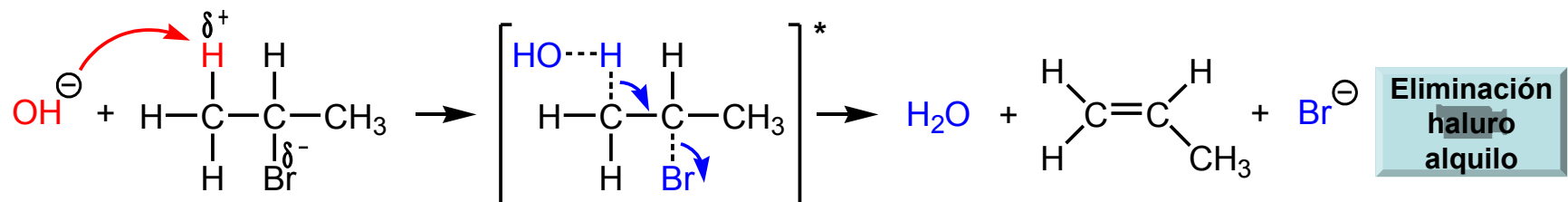


- **Eliminación unimolecular E₁**: A través de varias etapas, una de ellas lenta, unimolecular

Eliminación
haluro
alquilo



Eliminación bimolecular E₂: En una sola etapa.



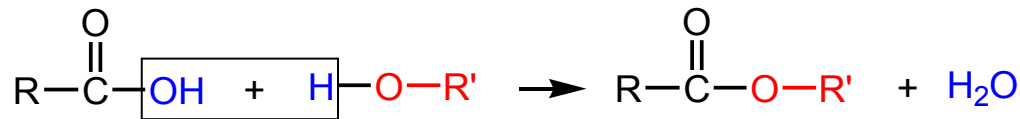
Eliminación
haluro
alquilo



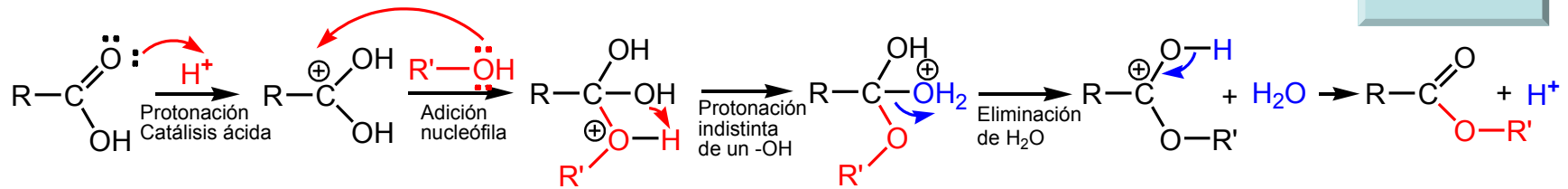
4. Principales tipos de reacciones orgánicas

d. Reacciones de condensación (adición-eliminación): Se unen dos moléculas orgánicas eliminándose otra moléculas más simple.

- **Formación de ésteres (esterificación):** ácido + alcohol \rightarrow éster + agua.

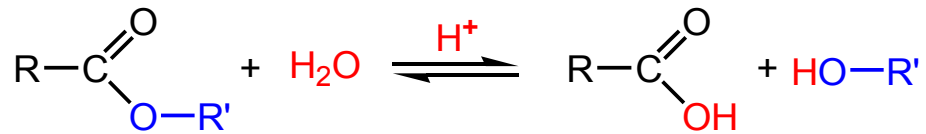


Transcurre en varias etapas reversibles:



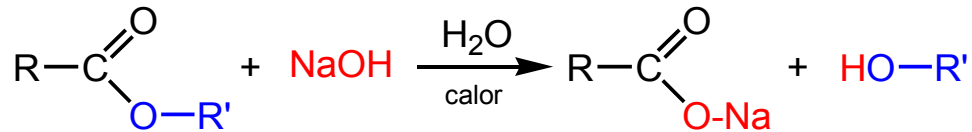
Esterificación

El proceso contrario es la hidrólisis ácida del éster:

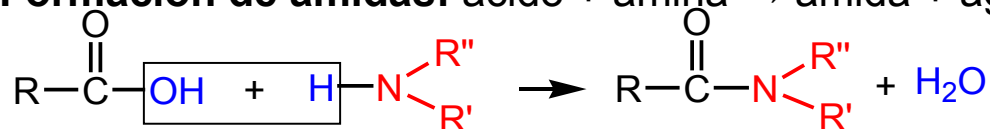


Hidrólisis éster

Más interesante es la hidrólisis en medio básico: Saponificación:



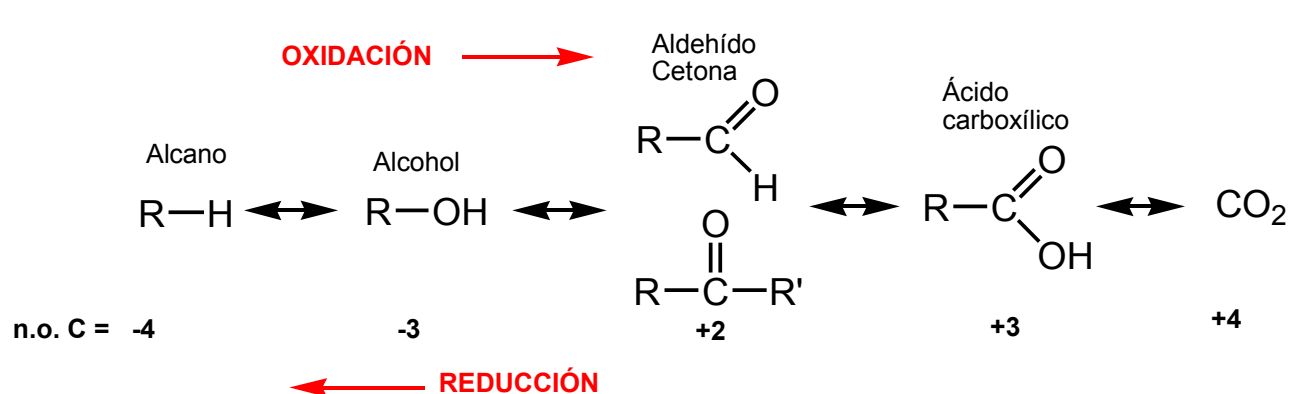
- **Formación de amidas:** ácido + amina \rightarrow amida + agua



4. Principales tipos de reacciones orgánicas

e. Reacciones redox

Se produce un aumento (oxidación) o disminución (reducción) del número de oxidación del C. En general, una oxidación supone la formación de enlaces C—O, y la reducción la formación de enlaces C—H.



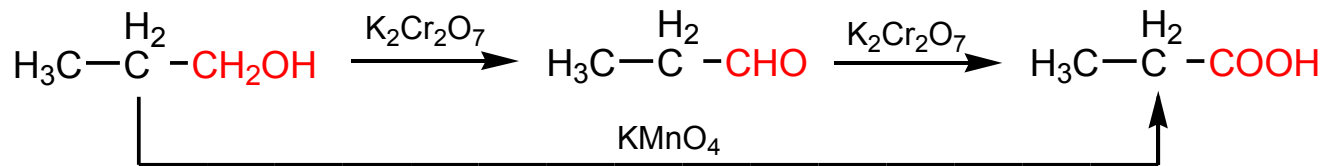
n.o. del Carbono:

-1 por cada enlace con H

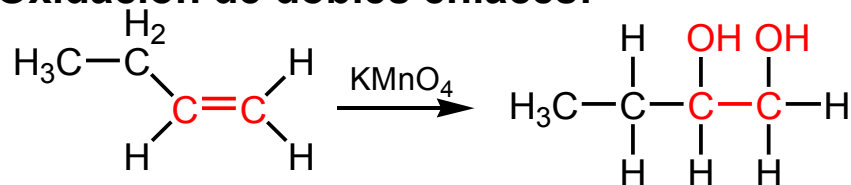
0 por cada enlace con C

+1 por cada enlace con heteroátomo

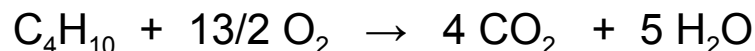
•Oxidación de alcoholes:



•Oxidación de dobles enlaces:



•Reacciones de combustión:

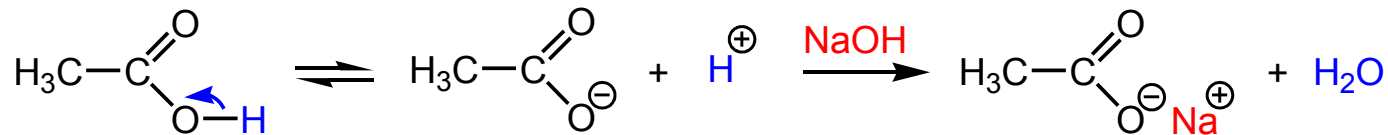


4. Principales tipos de reacciones orgánicas

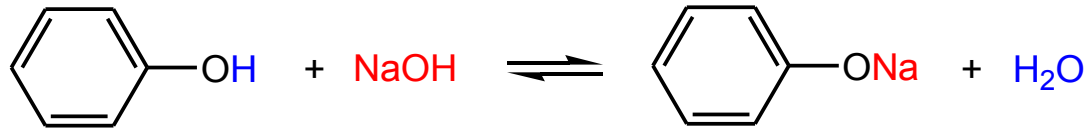
f. Reacciones ácido-base

Algunos compuestos orgánicos presentan carácter ácido-base débil. Los ácidos carboxílicos son los ácidos representativos, mientras que las aminas son las bases típicas

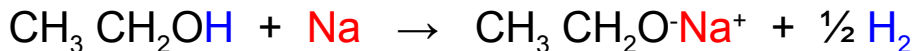
- **Ácidos carboxílicos:** Pueden formar sales con las bases fuertes



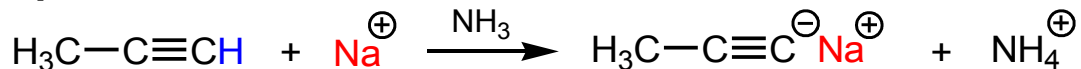
- **Fenoles:** Son ácidos más débiles que los á. carboxílicos.



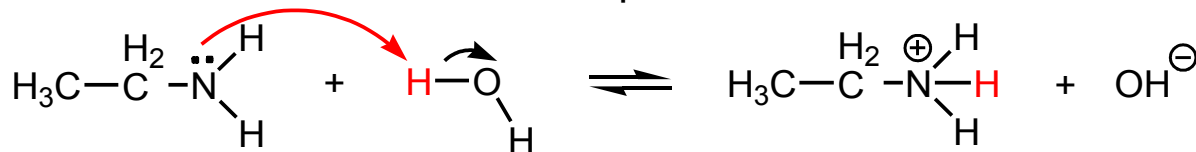
- **Alcoholes:** Carácter ácido menor, no reaccionan con los hidróxidos, pero pueden formar sales en determinadas condiciones:



- **Alquinos:** Cierta carácter ácido cuando la insaturación es terminal



- **Aminas:** Son bases más fuertes que el amoníaco



5. Bibliografía

- ALLINGER, N. y otros. (1978). “*Química orgánica*”. Edit. Reverté S.A., Madrid.
- GUARDIA, C. y otros. (2009). “*Química 2 Bachillerato*”. Edit. Santillana. Madrid.
- RODRÍGUEZ, Á. y otros. (2007). “*Química 2 Bachillerato*”. Edit. McGraw-Hill. Madrid.
- “*Clasificación de las reacciones orgánicas*” (Consultado en abril de 2010)
<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r24911.DOC>

