

SESIÓN 5 — Tipos de mecanismos: sustitución, adición, eliminación

Química III · U1 RAP1 — Mecanismos y reacciones orgánicas (20
sesiones de 1h)

Generado por PDF Project

Objetivos de aprendizaje

- Clasificar las reacciones orgánicas en sustitución, adición y eliminación a partir de los cambios en la fórmula.
- Diferenciar los mecanismos SN1 y SN2, y E1 y E2, según cinética y estereoquímica.
- Escribir ecuaciones balanceadas representativas de cada tipo.
- Discutir, en el CTSA, cómo estas reacciones sostienen la síntesis de plásticos, fármacos y combustibles.

Activación de conocimientos previos

De las sesiones 3 y 4

S5

Ya sabemos que una ruptura forma intermedios (radicales, carbocationes) y que un nucleófilo ataca un electrófilo. Ahora agrupamos esas reacciones en tres grandes familias.

Antes de dar nombres, pida a los alumnos que comparen número de átomos: ¿entra uno y sale otro? ¿se juntan dos? ¿se separa uno? Eso revela el tipo sin memorizar.

Desarrollo del tema

1) Reacciones de sustitución

Un átomo o grupo (saliente, X) es reemplazado por otro (entrante, Y). Fórmula general:



Se divide en:

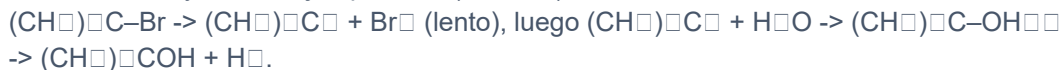
- SN2 (sustitución nucleófila bimolecular): un solo paso, el nucleófilo ataca mientras el grupo sale; cinética de segundo orden ($v = k[R-X][Nu]$). Inversión de configuración (como paraguas que voltea). Favorecida en primarios.
- SN1 (sustitución nucleófila unimolecular): dos pasos, primero se forma carbocatión (lento), luego ataca el nucleófilo; cinética de primer orden ($v = k[R-X]$). Carrera por el plano; mezcla de estereoisómeros. Favorecida en terciarios.

Sustitución en haluros

Ejemplo SN2:

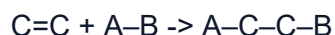


El OH⁻ sustituye al Br. Ejemplo SN1 (terciario):



2) Reacciones de adición

Dos reactivos se unen a los átomos de un doble o triple enlace, que se satura. Fórmula general:



Ejemplo con eteno e HBr (regla de Markownikoff: H va al carbono con más H):



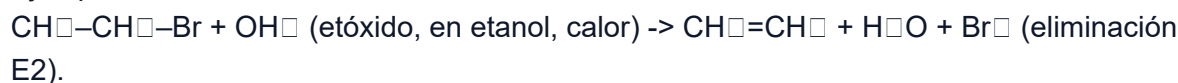
Con alquinos: $HC\equiv CH + 2 HBr \rightarrow CH_3-CHBr_2$.

3) Reacciones de eliminación

Se elimina un átomo de cada uno de dos carbonos vecinos, formando un doble enlace y una molécula pequeña (HX, H_2O). Fórmula general:



Ejemplo:



La E1 pasa por carbocatión (unimolecular); la E2 es un solo paso con base fuerte (bimolecular).

CO MP

Sustitución vs eliminación

En haluros con base fuerte y calor, compiten SN_2/E_2 o SN_1/E_1 . El calor y la base voluminosa favorecen eliminación (E); solvente polar protico y frío favorecen sustitución (S). Esto explica rendimientos en síntesis industriales.

Markownikoff sin excepción rara

Para bachillerato, enseñe Markownikoff como "el H se va al carbono con más H". No introduzca anti-Markownikoff (peróxidos) todavía; evita confusión. Si alguien pregunta, diga que hay excepciones con peróxidos que se ven en semestres superiores.

Enfoque CTSA

CTS A

Industria y síntesis

La adición de eteno da polímeros (por adición sucesiva) que son bolsas y tubería. La sustitución permite hacer fármacos al cambiar grupos en una molécula. La eliminación produce alquenos que son materia prima petroquímica. Todas mueven la economía y generan residuos que deben manejarse.

Reflexione: la misma reacción de eliminación que hace plástico también puede dar compuestos carcinógenos si no se controla; la química responsable es parte del RAP 1.

Ejercicio resuelto

Identifica el tipo

Tip aplicado: compara átomos

Enunciado: Clasifique como sustitución (S), adición (A) o eliminación (E) y balancee si hace falta: (a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaCl}$; (b) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$; (c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (en presencia de ácido y calor).
Resolución:

- (a) Sustitución (S): el Cl sale y entra OH; ya está balanceada (átomos: C2 H6 O1 Cl1 Na1 a ambos lados).
- (b) Adición (A): H_2 se suma al doble enlace del propeno para dar propano; balanceada (C3 H8 en reactivos y producto).
- (c) Eliminación (E): del etanol se elimina H_2O formando eteno; balanceada (C2 H6 O1 $\rightarrow$ C2 H4 + H2 O1).

Respuesta modelo: (a) S, (b) A, (c) E.

Cierre y resumen

- Sustitución: un grupo reemplaza a otro (SN1 paso a paso, SN2 en un solo golpe).
- Adición: se satura un doble/triple enlace uniendo dos fragmentos (regla de Markownikoff).
- Eliminación: se retira HX o H_2O y aparece un doble enlace (E1 o E2).
- Sustitución y eliminación compiten; condiciones las favorecen una u otra.
- Estos tres tipos son el lenguaje para predecir productos (RAP 1) y entender la industria y sus impactos (CTSA).