

SESIÓN 4 — Electrófilos y nucleófilos: qué ataca a qué

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

Generado por PDF Project

Objetivos de aprendizaje

- Definir electrófilo y nucleófilo y distinguirlos por su carga, riqueza electrónica y sitio de ataque.
- Clasificar especies comunes del bachillerato como electrófilas o nucleófilas con ejemplos reales.
- Explicar por qué "lo que ataca" depende de la polaridad y del intermediario formado.
- Analizar, en el CTSA, cómo la naturaleza nucleófila/electrófila de contaminantes determina su reactividad en el ambiente.

Activación de conocimientos previos

De la sesión 3

S4

Si un carbocatión (R^+) busca electrones y un carbanión (R^-) los tiene de sobra, ya intuimos quién ataca a quién. Hoy lo formalizamos.

Use la analogía del imán: polo positivo atrae al negativo. Pero advierta que en química orgánica también importa el espacio (orbitales), no solo la carga.

Desarrollo del tema

Nucleófilos: "amigos de los núcleos"

Un nucleófilo (del latín nucleus, núcleo) es una especie rica en electrones que dona un par para formar un nuevo enlace. Ataca sitios pobres en electrones (núcleos positivos).

Características:

- Carga negativa o par de electrones no enlazante (Lewis base).
- Ejemplos: OH^- , CN^- , Cl^- , NH_3 , H_2O , CH_3O^- , alquenos (por su doble enlace).

Electrófilos: "amigos de los electrones"

Un electrófilo es una especie deficiente en electrones que acepta un par para formar enlace. Ataca sitios ricos en electrones. Características:

- Carga positiva o átomo polarizado δ^+ (Lewis ácido).
- Ejemplos: H^+ , carbocationes (CH_3^+), $C=O$ del grupo carbonilo (el C es δ^+), haluros de alquilo (C unido a Cl es δ^+).

KEY

Pareja reactiva típica

- Nucleófilo: $:OH^-$ (el oxígeno trae 3 pares libres y carga $-$).

- Electrófilo: $\text{CH}_3\text{-Br}$ (el carbono unido a Br es δ^+ por efecto $-\text{I}$ del bromo).
- Reacción: OH^- ataca el carbono δ^+ y desplaza a Br^- . Esto es una sustitución nucleófila.

La polaridad marca el blanco

En una molécula polarizada, el extremo δ^+ es electrófilo y el δ^- es nucleófilo potencial. En el cloroformo (CHCl_3), el carbono es fuertemente δ^+ (rodeado de Cl electronegativos) y es atacado por nucleófilos. En el grupo carbonilo C=O , el oxígeno atrae y deja al carbono δ^+ , por eso los nucleófilos atacan al carbono del carbonilo.

Fuerza nucleofílica

Depende de: carga (anión > neutro), electronegatividad (menos electronegativo = mejor donador, p. ej. $\text{RS}^- > \text{RO}^-$), volumen (más pequeño = más concentrado en el ataque) y solvente. En agua, I^- es mejor nucleófilo que F^- aunque F sea más electronegativo, por efecto de solvatación.

Distinción sutil

No confunda nucleófilo con base. Todos los nucleófilos son bases de Lewis, pero no todas las bases actúan como nucleófilos (p. ej. una base voluminosa como el trietilamina es mala nucleófila). Para bachillerato basta: "rico en electrones = nucleófilo; pobre = electrófilo".

Enfoque CTSA

Contaminantes reactivos

CTS
A

El cianuro (CN^-) es un nucleófilo letal que ataca el hierro del citocromo en nuestras células, bloqueando la respiración. Los óxidos de azufre (SO_2) actúan como electrófilos sobre el agua de lluvia formando ácido sulfuroso. Entender qué ataca a qué permite diseñar scrubbers (lavadores) industriales y normar emisiones.

Debate: ¿por qué el agua (nucleófilo débil) puede hidrolizar lentamente plásticos con enlaces éster pero no alcanos? (Los alcanos carecen de sitio δ^+ ; los ésteres tienen carbono carbonílico δ^+).

Ejercicio resuelto

Clasifica reactivos

Tip aplicado: busca δ^+ o δ^-

Enunciado: Clasifique cada especie como nucleófila (N) o electrófila (E) y justifique: (a) NH_3 , (b) H^+O^+ , (c) CH_3I , (d) CN^- , (e) el carbono del grupo $\text{C}=\text{O}$ en la propanona. Resolución:

- (a) NH_3 : N. El nitrógeno tiene un par libre y es rico en electrones; dona par para enlazar.
- (b) H^+O^+ : E. Lleva carga + y acepta un par (es ácido de Lewis).
- (c) CH_3I : E (en el carbono unido a I). El I es electronegativo y deja al carbono δ^+ ; ese carbono es el blanco nucleofílico.
- (d) CN^- : N. Anión con carga - y par disponible; fuerte nucleófilo.
- (e) Carbono de $\text{C}=\text{O}$ en propanona: E. El oxígeno más electronegativo polariza el doble enlace y deja al carbono δ^+ .

Respuesta modelo: N = (a) y (d); E = (b), (c) y (e).

Cierre y resumen

- Nucleófilo = rico en electrones, dona par, ataca sitios δ^+ (base de Lewis).
- Electrófilo = deficiente en electrones, acepta par, ataca sitios δ^- (ácido de Lewis).
- La polaridad de la molécula señala el blanco: el extremo δ^+ es electrófilo.
- La fuerza nucleofílica depende de carga, tamaño y solvente.
- En el CTSA, esta distinción explica toxicidad (CN^-), lluvia ácida (SO_2) y degradación de materiales.