

Derivados halogenados

Ciencias Exactas y Naturales | Química

Descripción del Curso

UNIDAD 7: Estrategias de síntesis de derivados halogenados

Esta unidad forma parte del curso de Química y está dirigida a estudiantes de 17 años en adelante. Propone estrategias de síntesis de derivados halogenados a partir de alquenos, alcanos y compuestos aromáticos, señalando selectividad, rendimientos esperados y condiciones experimentales razonables, con un enfoque práctico y conceptual.

Objetivo general: Proponer estrategias de síntesis de derivados halogenados a partir de alquenos, alcanos y compuestos aromáticos, señalando selectividad, rendimientos esperados y condiciones experimentales razonables.

Objetivos específicos:

- Diseñar rutas sintéticas para obtener halogenados a partir de diferentes sustratos, considerando la selectividad y rendimientos.
- Evaluar condiciones generales de reacción y elegir estrategias razonables para la síntesis de halogenados.
- Analizar limitaciones y consideraciones de seguridad y medio ambiente en estrategias de síntesis.

Competencias

- Comprender principios de reactividad y selectividad en la síntesis de derivados halogenados a partir de sustratos orgánicos (alquenos, alcanos y compuestos aromáticos).
- Diseñar rutas sintéticas viables, evaluando selectividad, rendimientos y condiciones experimentales adecuadas.
- Evaluar críticamente condiciones de reacción y proponer estrategias razonables para la obtención de halogenados.
- Analizar limitaciones, riesgos y consideraciones de seguridad y medio ambiente asociadas a las estrategias de halogenación.
- Aplicar pensamiento crítico y habilidades de resolución de problemas para adaptar estrategias a distintos sustratos y contextos prácticos.
- Comunicar de forma clara resultados experimentales, razonamientos y conclusiones, fomentando la integridad científica.

Requerimientos

- Conocimientos previos en química general y química orgánica básica, con énfasis en reacciones de sustitución y adición.
- Lecturas obligatorias y materiales de apoyo sobre reacciones de halogenación, selectividad y rendimiento en química orgánica.

- Recursos y equipamiento de laboratorio adecuados para prácticas de síntesis y manejo seguro de halogenados (EPP, manipulación de reactivos peligrosos, gestión de residuos).
- Participación en prácticas de laboratorio, informes experimentales y ejercicios de diseño de rutas sintéticas.
- Evaluaciones continuas que incluyan tareas teóricas, presentaciones y reportes de prácticas.
- Herramientas de apoyo para simulaciones o bases de datos de reacciones cuando corresponda.

Unidades del Curso

Unidad 1: UNIDAD 1: Derivados halogenados: clasificación, tipos de halógenos y conceptos básicos

Objetivos de Aprendizaje

- Clasificar derivados halogenados como alquilos, arilos y vinílicos, y distinguir los efectos de Cl, Br e I en la reactividad general.
- Comprender la nomenclatura básica de derivados halogenados y practicar la conversión entre estructura-nombre y nombre-estructura.
- Identificar qué factores estructurales (tipo de sustrato y halógeno) influyen en la elección de rutas de reacción futuras (SN/S- y E-).

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Clasificación de derivados halogenados (alquilo, arilo y vinílico) y tipos de halógenos (Cl, Br, I). Descripción: revisión de ejemplos y criterios de clasificación para entender la diversidad de sustratos.
2. **Tema 2:** Nomenclatura básica y reglas de prioridad para halogenuros. Descripción: reglas IUPAC aplicables a derivados halogenados y ejercicios de conversión estructura-nombre.
3. **Tema 3:** Propiedades estructurales relevantes y tendencias de reactividad inicial (energía de enlace C-X, estabilidad relativa). Descripción: relación entre estructura y reactividad en halogenados.

Actividades

- **Actividad 1: Clasificación guiada** Analizar estructuras dadas y clasificarlas en alquilo, arilo o vinílico; identificar el halógeno y justificar la clasificación. Puntos clave: reconocimiento de motivos estructurales, priorización de halógenos y ejemplos representativos. Aprendizajes: capacidad de clasificación y razonamiento estructural.
- **Actividad 2: Nomenclatura básica** Convertir entre estructuras y nombres IUPAC de derivados halogenados simples y practicar con ejercicios de nomenclatura. Puntos clave: uso de prefijos, sufijos y ubicación de halógenos. Aprendizajes: habilidad para escribir nombres y dibujar estructuras a partir de nombres.
- **Actividad 3: Debate corto sobre reactividad inicial** Discusión en equipo sobre cómo el tipo de halógeno y la naturaleza del sustrato influyen en posibles etapas de reacción futuras. Puntos clave: influencia de Cl/Br/I, diferencias entre sustratos primarios, secundarios y terciarios. Aprendizajes: pensamiento crítico y razonamiento

químico aplicado.

Evaluación

- Evaluación formativa: cuestionarios breves de clasificación y nomenclatura al inicio y al cierre de la unidad.
- Evaluación por desempeño: ejercicios de conversión estructura-nombre y clasificación de al menos 6 compuestos, con rúbrica de claridad y precisión.
- Participación en actividades de aprendizaje activo y debates cortos, evaluados mediante una guía de observación.

Unidad 2: UNIDAD 2: Mecanismos de sustitución SN1 y SN2: fundamentos, estructuras y condiciones

Objetivos de Aprendizaje

- Explicar diferencias entre SN1 y SN2 en términos de sustrato y nucleófilo.
- Identificar señales experimentales que indiquen SN1 o SN2 (estabilidad de carbocationes, cinética de segundo orden, inversión de Walden, etc.).
- Aplicar conceptos de reactividad para predecir el mecanismo predominante en un sustrato halogenado dado y un conjunto de condiciones.

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Introducción a SN1 y SN2. Descripción: diferencias conceptuales, origen de la cinética y ejemplos ilustrativos.
2. **Tema 2:** Factores que gobiernan SN1 (estabilidad de carbocationes, disolvente). Descripción: cómo el sustrato y el medio influyen en la formación del carbocatión.
3. **Tema 3:** Factores que gobiernan SN2 (nucleófilo, congestión estérica, polaridad del disolvente). Descripción: efectos de la estructura y del nucleófilo en la velocidad.

Actividades

- **Actividad 1: Análisis de cinética** Comparar datos teóricos de velocidades de SN1 y SN2 para diferentes sustratos y nucleófilos; estimar cuál mecanismo predomina. Aprendizajes: razonamiento cinético y predicción mecanística.
- **Actividad 2: Mapeo de rutas** Construir diagramas de energía simplificados para SN1 y SN2, identificando estados de transición y carbocationes relevantes. Aprendizajes: visualización de energía de activación y estabilidad intermedia.
- **Actividad 3: Casos de clasificación** A partir de estructuras dadas, proponer el mecanismo más probable y justificar con criterios estructurales y de nucleófilo. Aprendizajes: capacidad de predicción basada en principios.

Evaluación

- Cuestionario de conceptos de SN1/SN2 y criterios de selección de mecanismo.
- Ejercicios de predicción de mecanismo para sustratos y condiciones dadas; rúbrica de justificación conceptual.
- Informe breve con diagramas energéticos y explicación de la elección del mecanismo para 3 casos diferentes.

Unidad 3: UNIDAD 3: Mecanismos de eliminación E1 y E2: criterios, efectos de la estructura y Zaitsev

Objetivos de Aprendizaje

- Explicar las diferencias entre E1 y E2 en términos de base, temperatura y estructura del sustrato.
- Predecir el producto mayor en una eliminación y justificar la distribución de rendimientos con la regla de Zaitsev.
- Analizar casos prácticos donde se observe anti-Zaitsev y entender sus causas.

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Descripción de E1 y E2. Descripción: diferencias de mecanismo y condiciones óptimas.
2. **Tema 2:** Influencia de la estructura del sustrato en la eliminación (primario, secundario, terciario). Descripción: estabilidades y tendencias.
3. **Tema 3:** Regla de Zaitsev y excepciones (anti-Zaitsev). Descripción: explicación de efectos de la base y la temperatura.

Actividades

- **Actividad 1: Ejercicios de predicción de mecanismos de eliminación** Dados sustratos y bases, predecir si ocurrirá E1 o E2, y cuál será el producto mayor. Aprendizajes: aplicación de reglas y razonamiento estructural.
- **Actividad 2: Análisis de casos** Estudio de ejemplos donde la eliminación favorece anti-Zaitsev y explicación de las condiciones experimentales que lo producen. Aprendizajes: comprensión de limitaciones y condicionantes.
- **Actividad 3: Diagramas de energía** Construcción de perfiles energéticos simples de E1 y E2 para comparar energías de activación y estados de transición. Aprendizajes: visualización de barreras y tendencias.

Evaluación

- Cuestionario de concepto E1/E2 y criterios para seleccionar la ruta.
- Ejercicios de predicción de productos mayor con justificación basada en Zaitsev y en la base usada.
- Actividad de participación y presentación de un caso de eliminación con explicación de condiciones.

Unidad 4: UNIDAD 4: Predicción de mecanismos y velocidades en halogenados

Objetivos de Aprendizaje

- Aplicar principios de energía de activación para estimar velocidades de reacción en diferentes rutas.

- Relacionar la estabilidad de posibles carbocationes con la probabilidad de SN1 o E1 frente a SN2 o E2.
- Desarrollar habilidades para seleccionar condiciones experimentales que favorezcan una ruta deseada.

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Estabilidad de carbocationes y su impacto en SN1/E1. Descripción: conceptos, orden de estabilidad y ejemplos.
2. **Tema 2:** Energía de activación y cinética de SN2/SN1/E2/E1. Descripción: relación entre energía de activación y velocidad.
3. **Tema 3:** Estrategias de predicción de mecanismos a partir de sustrato y condiciones. Descripción: enfoque práctico paso a paso.

Actividades

- **Actividad 1: Tabla de predicción** Completar una tabla con varios sustratos y condiciones para predecir el mecanismo y estimar velocidades. Aprendizajes: razonamiento cuantitativo y conceptual.
- **Actividad 2: Discusión de casos** Análisis de casos seleccionados en grupo para justificar la ruta prevista y comparar con resultados teóricos. Aprendizajes: debate técnico y consolidación de criterios.
- **Actividad 3: Simulación numérica** Uso de herramientas simples para estimar velocidades relativas entre rutas bajo diferentes condiciones. Aprendizajes: interpretación de datos y uso de conceptos de energía de activación.

Evaluación

- Ejercicios de predicción mecánica con justificación teórica.
- Problemas de estimación de velocidades usando datos de estabilidad de carbocationes y energías de activación.
- Actividad de revisión en pares para validar razonamientos y conclusiones.

Unidad 5: UNIDAD 5: Tendencias de reactividad y estabilidad de halogenados: halógenos y sustratos

Objetivos de Aprendizaje

- Explicar por qué la iodo es más reactivo que el bromo y cloro en ciertos procesos, y cómo eso afecta la ruta de reacción.
- Relacionar la estructura del sustrato con la probabilidad de formar carbocationes o de sufrir sustitución/eliminación.
- Aplicar estas tendencias para predecir resultados en escenarios propuestos.

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Tendencias de reactividad de halógenos ($I > Br > Cl$). Descripción: causas a nivel estructural y energético.

2. **Tema 2:** Influencia de la sustitución (primario, secundario, terciario) en SN1/SN2/E1/E2. Descripción: patrones generales y excepciones.
3. **Tema 3:** Ruptura de enlaces C-X y su relación con la reactividad. Descripción: energías de disociación y efectos estéricos.

Actividades

- **Actividad 1: Comparación de mecanismos** Resolver una serie de ejercicios que comparan sustratos y halógenos, eligiendo la ruta más probable y justificando con tendencias de reactividad.
- **Actividad 2: Juego de predicciones** En equipos, predecir resultados para escenarios con diferentes halógenos y esqueleto del sustrato; discutir aciertos y errores.
- **Actividad 3: Análisis de casos históricos** Estudio de ejemplos clásicos de reactividad de halogenados y discusión de por qué ocurren las diferencias observadas.

Evaluación

- Evaluación de razonamiento de tendencias: ejercicios con explicaciones claras de por qué $I > Br > Cl$ en ciertas rutas.
- Cuestionario de selección de ruta basado en el sustrato y halógeno.
- Informe corto de análisis de 2-3 casos con predicción y justificación basada en tendencias estructurales.

Unidad 6: UNIDAD 6: Nomenclatura IUPAC de derivados halogenados y conversión estructura-nombre

Objetivos de Aprendizaje

- Aplicar las reglas de IUPAC para nombrar derivados halogenados simples y complejos.
- Convertir entre estructuras y nombres con precisión, identificando la ubicación de halógenos y la cadena principal.
- Resolver ejercicios de nomenclatura que involucren sustituciones y ramificaciones.

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Reglas de prioridad y ubicación de halógenos. Descripción: cómo seleccionar la cadena principal y nombrar sustituyentes halogenados.
2. **Tema 2:** Nomenclatura de halogenuros en estructuras lineales y cíclicas. Descripción: ejemplos de compuestos lineales, ramificados y cíclicos.
3. **Tema 3:** Conversión estructura-nombre y nombre-estructura en ejercicios mixtos. Descripción: práctica intensiva para consolidar habilidades derivadas.

Actividades

- **Actividad 1: Taller de nomenclatura** Resolver una serie de estructuras y convertir a nombres IUPAC; comprobar con soluciones modelo y justificar elecciones de nomenclatura.
- **Actividad 2: Conversión estructural** A partir de nombres dados, dibujar la estructura correspondiente y verificar reglas de prioridad. Aprendizajes: precisión y atención a detalles.
- **Actividad 3: Desafío mixto** Combinar ejercicios de nomenclatura de estructura compleja y conversión inversa; se evaluará la exactitud y el uso correcto de terminología.

Evaluación

- Examen de nomenclatura IUPAC con scoring por precisión y uso correcto de reglas de prioridad.
- Rúbrica para conversiones estructura-nombre y nombre-estructura, con penalización por errores conceptuales.

Unidad 7: UNIDAD 7: Estrategias de síntesis de derivados halogenados

Objetivos de Aprendizaje

- Diseñar rutas sintéticas para obtener halogenados a partir de diferentes sustratos, considerando la selectividad y rendimientos.
- Evaluar condiciones generales de reacción y elegir estrategias razonables para la síntesis de halogenados.
- Analizar limitaciones y consideraciones de seguridad y medio ambiente en estrategias de síntesis.

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Síntesis a partir de alquenos (halogenación, hidrohalogenación, halogenación radical). Descripción: fundamentos, consideraciones de regio- y stereoquímica.
2. **Tema 2:** Síntesis a partir de alcanos (reacciones de sustitución, halogenación radical, halogenación elemental). Descripción: criterios de selección y condiciones de reacción.
3. **Tema 3:** Síntesis a partir de compuestos aromáticos (bromación, iodación, cloración selectiva). Descripción: activación de anillos aromáticos y control de sustituyentes.

Actividades

- **Actividad 1: Diseño de ruta sintética** Propuesta de una ruta para convertir un sustrato dado en su derivado halogenado objetivo; discusión de selectividad y rendimientos estimados. Aprendizajes: planificación estratégica y razonamiento de etapas.
- **Actividad 2: Evaluación de condiciones** Análisis de escenarios hipotéticos para elegir bases, disolventes y condiciones razonables, con justificación de elecciones.
- **Actividad 3: Consideraciones de seguridad** Evaluación de aspectos de seguridad y medio ambiente en los métodos propuestos, con propuestas de mitigación.

Evaluación

- Proyecto corto de diseño de ruta sintética para un derivado halogenado específico.
- Cuestionario de criterios de selectividad y rendimientos, con justificación de elecciones de condiciones.
- Informe de reflexión sobre consideraciones de seguridad y sostenibilidad en la síntesis propuesta.