

SESIÓN 14 — Práctica de laboratorio 2: Reacciones de alquenos

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

Generado por PDF Project

Datos de la sesión

- Unidad Didáctica 1: Reacciones químicas de compuestos orgánicos
- RAP 1: Explica las reacciones químicas de los hidrocarburos a partir de su estructura
- Práctica 2 del manual del programa: Reacciones de alquenos
- Duración de la práctica: 2 horas. Esta sesión cubre el desarrollo experimental.

Objetivos de aprendizaje

Al finalizar la práctica, el estudiante será capaz de:

- Obtener un alqueno en el laboratorio por deshidratación de un alcohol.
- Comprobar experimentalmente la reactividad del doble enlace mediante adición y oxidación.
- Aplicar la prueba del agua de bromo y la prueba de Baeyer como ensayos de identificación.
- Contrastar el comportamiento de un alqueno con el de un alcano estudiado en la práctica anterior.
- Manejar y disponer correctamente los residuos generados.

Preparación previa

Prepare con anticipación el ciclohexeno o el material para obtenerlo, y verifique que la campana de extracción funcione. Si el plantel no cuenta con ciclohexeno comercial, la obtención por deshidratación del ciclohexanol es viable y didácticamente valiosa. Insista en que el estudiante debe **COMPARAR** sus resultados con los de la práctica de alcanos: el aprendizaje está en el contraste.

Objetivo de la práctica

Obtener ciclohexeno mediante la deshidratación catalítica del ciclohexanol y comprobar la reactividad característica del doble enlace mediante reacciones de adición electrofílica y de oxidación, contrastándola con la inercia de los alcanos.

Material y sustancias

MAT

Material por equipo

- 1 matraz de destilación de 100 mL con tapón horadado
- 1 termómetro de -10 a 250 °C
- 1 refrigerante recto con mangueras
- 1 matraz Erlenmeyer de 50 mL como colector

- 1 mechero Bunsen, tripié, tela de alambre y soportes universales
- Pinzas de tres dedos y nueces
- 10 tubos de ensayo con gradilla
- 2 pipetas graduadas de 5 mL y perilla
- 1 embudo de separación de 125 mL
- Goteros, agitador, espátula y perlas de ebullición

SUS Sustancias

- Ciclohexanol
- Ácido sulfúrico concentrado (o ácido fosfórico al 85 % como alternativa más segura)
- Ciclohexeno (patrón o el obtenido)
- Hexano (para comparación con alcano)
- Agua de bromo o solución de bromo al 2 %
- Solución de permanganato de potasio al 1 %
- Solución de carbonato de sodio al 5 %
- Cloruro de sodio y cloruro de calcio anhidro
- Agua destilada y papel indicador

Seguridad: trabaje SIEMPRE en campana de extracción. El ciclohexeno es muy inflamable: apague el mechero antes de manipularlo en los ensayos. El ácido sulfúrico concentrado se agrega lentamente y sobre el alcohol, nunca al revés. El bromo es corrosivo y sus vapores dañan las vías respiratorias. Use bata, gafas y guantes de nitrilo durante toda la sesión.

Procedimiento paso a paso

Obtención del ciclohexeno

1

1. En el matraz de destilación coloque 10 mL de ciclohexanol. 2. Agregue LENTAMENTE y agitando por rotación 4 mL de ácido sulfúrico concentrado (o 5 mL de ácido fosfórico al 85 %). El matraz se calienta: enfríe con agua corriente si es necesario. 3. Añada dos o tres perlas de ebullición para evitar sobresaltos. 4. Monte el equipo de destilación simple con el bulbo del termómetro a la altura de la salida lateral. 5. Caliente suavemente con mechero y tela de alambre. Recoja el destilado que pase entre 80 y 90 °C. 6. Suspenda el calentamiento cuando quede poco líquido en el matraz. NUNCA lleve a sequedad.

Purificación del producto

2

1. Transfiera el destilado al embudo de separación. 2. Lave con 5 mL de solución de carbonato de sodio al 5 % para neutralizar el ácido arrastrado. Ventee el embudo con frecuencia porque se desprende CO_2 . 3. Deseche la fase acuosa inferior en el recipiente correspondiente. 4. Lave con 5 mL de solución saturada de cloruro de sodio y separe de nuevo. 5. Seque la fase orgánica con una espátula de cloruro de calcio anhidro, deje reposar cinco minutos y decante. 6. Mida el volumen obtenido y regístrelo para calcular el rendimiento.

Prueba con agua de bromo

3

1. Coloque en un tubo 1 mL de ciclohexeno y en otro tubo 1 mL de hexano. 2. Agregue a cada uno, gota a gota, agua de bromo, agitando después de cada gota. 3. Cuente cuántas gotas se decoloran en cada tubo y anote el tiempo. 4. Mantenga ambos tubos alejados de la luz para descartar la sustitución radicalaria.

Prueba de Baeyer

4

1. Coloque en un tubo 1 mL de ciclohexeno y en otro 1 mL de hexano. 2. Agregue a cada uno 5 gotas de KMnO_4 al 1 % y agite un minuto. 3. Observe el color de la disolución y la posible formación de un precipitado.

Reacción con ácido sulfúrico

5

1. En un tubo coloque 1 mL de ciclohexeno. 2. Agregue con cuidado 5 gotas de ácido sulfúrico concentrado por las paredes. 3. Observe si desaparece la separación de fases y si hay desprendimiento de calor.

Combustión comparativa

6

1. Coloque en dos cápsulas de porcelana, sobre la mesa y lejos de los frascos, cinco gotas de ciclohexeno y cinco gotas de hexano. 2. Encienda cada una con una astilla larga y compare el color de la flama y la formación de hollín.

Observaciones esperadas

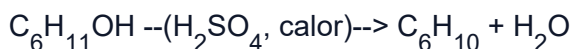
OBS

Resultados que deben registrarse

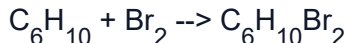
- ****Obtención:**** se recoge un líquido incoloro, de olor característico a hidrocarburo, insoluble en agua y menos denso que ella. El rendimiento típico en el laboratorio escolar es del 50 al 70 %.
- ****Agua de bromo con ciclohexeno:**** decoloración instantánea, gota tras gota, hasta que se satura el alqueno.
- ****Agua de bromo con hexano:**** el color rojo pardo persiste; no hay reacción en la oscuridad.
- ****Baeyer con ciclohexeno:**** el violeta desaparece en segundos y aparece un precipitado pardo de MnO_2 . Prueba positiva.
- ****Baeyer con hexano:**** el violeta persiste. Prueba negativa.
- ****Ácido sulfúrico con ciclohexeno:**** las fases se homogenizan y el tubo se calienta; hay reacción, a diferencia de lo observado con el alcano.
- ****Combustión:**** el ciclohexeno arde con flama amarilla muy luminosa y abundante hollín; el hexano arde con flama menos humeante. Se debe a la mayor proporción de carbono del alqueno.

Ecuaciones de las reacciones

Deshidratación del ciclohexanol (eliminación catalizada por ácido):

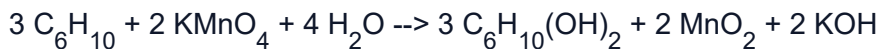


Adición de bromo al ciclohexeno:



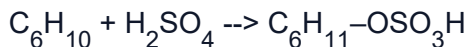
El producto es el 1,2-dibromociclohexano, con los halógenos en posición anti por el mecanismo del ion bromonio.

Oxidación suave con permanganato:



El producto orgánico es el 1,2-ciclohexanodiol.

Adición de ácido sulfúrico:



Combustión completa del ciclohexeno:



Neutralización durante el lavado:



Disposición de residuos

RES Manejo obligatorio

- ****Residuo orgánico halogenado**** (tubos con bromo y dibromociclohexano): decolorar el exceso de bromo con tiosulfato de sodio al 5 % y verter en el bidón "Orgánicos halogenados".
- ****Residuo orgánico no halogenado**** (ciclohexeno, hexano y colas de destilación ya frías y neutralizadas): bidón "Orgánicos no halogenados". Jamás al drenaje.
- ****Residuo de permanganato:**** reducir con bisulfito de sodio hasta la aparición del MnO_2 pardo, filtrar, disponer el sólido como residuo inorgánico y neutralizar el filtrado antes de desecharlo.
- ****Residuo ácido:**** el contenido del matraz de destilación se deja enfriar por completo, se vierte con cuidado sobre hielo y se neutraliza con carbonato de sodio hasta pH entre 6 y 8, verificando con papel indicador.
- ****Cloruro de calcio usado:**** residuo sólido inorgánico, en bolsa rotulada.
- ****Vidriería:**** enjuague con agua y detergente después de eliminar los residuos orgánicos.

Cuestionario resuelto

Pregunta 1

Tip aplicado: identifique el papel del ácido

Enunciado: ¿Qué función cumple el ácido sulfúrico en la obtención del ciclohexeno? ¿Se consume? Resolución: Actúa como catalizador ácido de la reacción de eliminación. Protona el grupo hidroxilo del ciclohexanol y lo convierte en agua, que es un buen grupo saliente; al salir se forma un carbocatión que pierde un protón de un carbono vecino y genera el doble enlace. El protón se devuelve al medio, de modo que el ácido no se consume estequiométricamente. Además, al ser higroscópico, retira el agua formada y desplaza el equilibrio hacia el producto, conforme al principio de Le Châtelier.

Pregunta 2

Tip aplicado: piense en el punto de ebullición

Enunciado: ¿Por qué se destila el producto conforme se va formando en lugar de esperar a que la reacción termine? Resolución: Porque la deshidratación es una reacción reversible. El ciclohexeno tiene un punto de ebullición de 83 °C, mucho menor que el del ciclohexanol, que es de 161 °C. Al destilarlo conforme se forma se retira del medio de reacción, con lo que el equilibrio se desplaza continuamente hacia la formación de más producto y se eleva el rendimiento. Además se evita que el alqueno siga reaccionando con el ácido concentrado o que polimerice.

Pregunta 3

Tip aplicado: compare las dos prácticas

Enunciado: Compare el comportamiento del ciclohexeno y del hexano frente al bromo y al permanganato. ¿Qué explica la diferencia? Resolución: El ciclohexeno decolora de inmediato el agua de bromo y el permanganato; el hexano no reacciona con ninguno en las condiciones del ensayo. La diferencia está en el enlace pi: su densidad electrónica está expuesta por encima y por debajo del plano molecular, es accesible y relativamente débil, por lo que actúa como nucleófilo frente al bromo y como sitio oxidable frente al permanganato. El hexano solo tiene enlaces sigma C–C y C–H, fuertes, apolares y sin electrones disponibles, de modo que necesita luz UV y un mecanismo radicalario para reaccionar. Ambas pruebas son, por tanto, ensayos de identificación de insaturaciones.

Pregunta 4

Tip aplicado: use la relación molar 1:1

Enunciado: Si se partió de 10.0 mL de ciclohexanol (densidad 0.962 g/mL) y se obtuvieron 5.0 mL de ciclohexeno (densidad 0.811 g/mL), calcule el rendimiento porcentual. Resolución: Masa de ciclohexanol: $10.0 \text{ mL} \times 0.962 \text{ g/mL} = 9.62 \text{ g}$. Masa molar del ciclohexanol ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$): $(6 \times 12.01) + (12 \times 1.008) + 16.00 = 72.06 + 12.10 + 16.00 = 100.2 \text{ g/mol}$. Moles de ciclohexanol: $9.62 \div 100.2 = 0.0960 \text{ mol}$. La relación estequiométrica es 1:1, así que el rendimiento teórico es de 0.0960 mol de ciclohexeno. Masa molar del ciclohexeno (C_6H_{10}): $72.06 + 10.08 = 82.14 \text{ g/mol}$. Masa teórica: $0.0960 \text{ mol} \times 82.14 \text{ g/mol} = 7.89 \text{ g}$. Masa real obtenida: $5.0 \text{ mL} \times 0.811 \text{ g/mL} = 4.06 \text{ g}$. Rendimiento porcentual: $(4.06 \div 7.89) \times 100 = 51.5 \%$ Las pérdidas se deben al arrastre en los lavados, a la evaporación por la alta volatilidad del alqueno y a la reacción incompleta.

Pregunta 5

Tip aplicado: enfoque CTSA

Enunciado: ¿Por qué los residuos halogenados se separan de los no halogenados? Resolución: Porque su tratamiento final es distinto. Los compuestos orgánicos halogenados, al incinerarse, pueden generar HCl, HBr y compuestos altamente tóxicos como dioxinas y furanos si la combustión no alcanza temperaturas suficientes ni cuenta con lavado de gases. Por ello requieren incineración especializada a más de 1100 °C con sistemas de control de emisiones, un proceso más costoso. Mezclarlos con los no halogenados obligaría a tratar todo el volumen bajo el protocolo más estricto, encareciendo el manejo y aumentando el riesgo ambiental.

Cierre

Verifique antes de concluir: bitácora completa con volúmenes, temperaturas y observaciones; residuos en los bidones correctos y rotulados; mecheros y llaves de gas cerrados; campana en funcionamiento hasta el final; material lavado y entregado. Solicite el reporte con la estructura institucional y pida de manera explícita un apartado comparativo entre las prácticas 1 y 2 que responda: ¿qué evidencia experimental permite distinguir un alcano de un alqueno?