

Práctica 7 — Sulfonación y nitración del benceno

Química III · U1 RAP2 — Benceno y aromaticos (12 sesiones de 1h)

Generado por PDF Project

Objetivo de la práctica

OBJ Qué demostraremos

- Observar la sulfonación del benceno con ácido sulfúrico fumante (oleum) y la nitración con mezcla nitrante.
- Identificar los electrófilos SO_3 y NO_2^+ y comprobar que son reacciones de sustitución electrofílica aromática.
- Reconocer la formación de ácido bencenosulfónico y nitrobenzeno, y el carácter reversible de la sulfonación.

Docente: Práctica 7 oficial del manual Química III (IPN). Trabaje en campana de extracción; la mezcla nitrante y el oleum son corrosivos. Use cantidades de demostración.

Material y sustancias

MAT Material

- Campana de extracción encendida, tubos de ensaye, gradilla, pinzas, baño de hielo, vasos de precipitados.
- Pipetas Pasteur con propipeta, termómetro, agitador de vidrio.
- Goggles, bata, guantes de nitrilo, papel tornasol.

SUS T Sustancias (demostración)

- Benceno (C_6H_6) — 1 mL. Carcinógeno.
- Ácido sulfúrico fumante (oleum, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7/\text{SO}_3$) — 2 mL. Corrosivo.
- Ácido nítrico concentrado (HNO_3) — 1 mL. Corrosivo y oxidante.
- Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) — 2 mL.
- Bicarbonato de sodio (NaHCO_3) para neutralizar.

Orden de adición

En la nitración agregue SIEMPRE el ácido nítrico sobre el sulfúrico (nunca al revés) y en frío, para evitar salpicaduras y descomposición. El orden inverso puede causar reacción violenta.

Procedimiento paso a paso

**PAR
TE
A**

Sulfonación

- Paso 1: En tubo bajo campana, coloque 1 mL de benceno.
- Paso 2: Añada con gotero 2 mL de ácido sulfúrico fumante. Agite con cuidado.
- Paso 3: Caliente suavemente en baño de agua (no llama directa) 5 min; observe formación de ácido bencenosulfónico (miscible con agua, a diferencia del benceno).
- Paso 4: Vierta sobre hielo; el producto se disuelve (grupo $-\text{SO}_3\text{H}$ lo hace polar). Confirme miscibilidad.

**PAR
TE
B**

Nitración

- Paso 1: Prepare la mezcla nitrante en frío: en vaso bajo campana, vierta 2 mL H_2SO_4 y luego 1 mL HNO_3 gota a gota (enfriando).
- Paso 2: Añada 1 mL de benceno gota a gota sobre la mezcla fría, agitando. Mantenga en baño de hielo.
- Paso 3: Caliente a baño de agua 10-15 min a $\sim 50-60^\circ\text{C}$.
- Paso 4: Vierta sobre hielo; el nitrobenzeno forma aceite amarillo denso en el fondo (más denso que el agua).
- Paso 5: Neutralice el ácido sobrante con NaHCO_3 hasta effervescencia nula y pH ~ 7 .

Observaciones esperadas

OBS

Resultados

- Sulfonación: el benceno (insoluble, flota) se transforma en producto soluble en agua tras sulfonarse; la mezcla se vuelve homogénea al verter sobre agua.
- Nitración: formación de una fase oleosa amarillo pálido (nitrobenzeno) más densa que el agua; olor a almendras amargas característico (tóxico, no oler directo).
- Desprendimiento de calor en ambas (exotérmicas): por eso se enfría.

Ecuaciones balanceadas

EC
SUL
F

Sulfonación

$C_6H_6 + H_2SO_7$ (oleum) $\rightarrow C_6H_5SO_3H + H_2SO_4$ Reversible: $C_6H_5SO_3H + H_2O$
 $\xrightarrow{-(\text{calor})} C_6H_6 + H_2SO_4$

EC
NIT

Nitración

Formación del electrófilo: $HNO_3 + 2 H_2SO_4 \rightarrow NO_2^+ + HSO_4^- + H_3O^+ + HSO_4^-$ Global:
 $C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{-(H_2SO_4 \text{ conc.})} C_6H_5NO_2 + H_2O$

Medidas de seguridad

SEG

Protección

- Campana encendida, goggles, bata, guantes nitrilo siempre.
- Oleum y H_2SO_4 generan calor al contacto con agua: nunca los vierta en exceso de agua de golpe.
- HNO_3 es oxidante: no mezcle con materia orgánica en seco ni con cloruros.
- Ante salpicadura ácida: lavado inmediato 15 min con agua de la ducha de seguridad.

Disposición de residuos

RES

Gestión

- Fase oleosa (nitrobenzeno + benceno) y ácidos gastados: residuo peligroso (NOM-052-SEMARNAT), en contenedor de orgánicos tóxicos del laboratorio.
- Neutralice los ácidos con $NaHCO_3$ hasta pH ~6-8 antes de la disposición autorizada.
- Nunca vierta mezcla nitrante ni benceno al drenaje sin tratamiento.

Cuestionario resuelto

Cuestionario Práctica 7

Tip aplicado: ligue cada producto con su electrófilo

Enunciado: 1) ¿Cuál es el electrófilo de la sulfonación y de la nitración? 2) ¿Por qué la sulfonación es reversible? 3) ¿Qué indica que el nitrobenzeno sea más denso que el agua? 4) ¿Por qué se enfría la mezcla nitrante? Resolución: 1) En sulfonación el electrófilo es SO_3 (o $[\text{HSO}_3]^+$); en nitración es el ión nitronio NO_2^+ . 2) Porque el grupo $-\text{SO}_3\text{H}$ se puede hidrolizar (calor + agua) para regenerar benceno y ácido sulfúrico; esa reversibilidad permite usarlo como grupo protector en síntesis. 3) Indica que el nitrobenzeno (densidad $\sim 1.20 \text{ g/mL}$) se deposita en el fondo del vaso al verter sobre agua (densidad 1.0), facilitando su separación como fase inferior. 4) La nitración es fuertemente exotérmica y el calor favorece reacciones laterales y descomposición del HNO_3 ; enfriar controla la velocidad y la seguridad.

Cierre

Reforce: SO_3 y NO_2^+ son electrófilos distintos pero ambos atacan por SEA. La reversibilidad de la sulfonación la distingue de halogenación y nitración. Próxima sesión: alquilación de Friedel-Crafts y Práctica 8.