

Impacto ambiental y toxicidad de compuestos aromáticos

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

Generado por PDF Project

Objetivos de la sesión

RAP
2

Logros de la clase

- Explicar la carcinogenicidad del benceno y los mecanismos básicos de toxicidad de los aromáticos.
- Identificar los contaminantes BTEX y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP).
- Describir la normatividad mexicana aplicable (NOM-STA-2009, NOM-052-SEMARNAT, NOM-003-SEMARNAT) y la disposición correcta de residuos.
- Valorar la responsabilidad social y ambiental del químico en formación.

Activación de conocimientos previos

REP
ASA

Base

- El benceno y sus derivados (tolueno, etilbenceno, xilenos) son líquidos volátiles, inflamables y miscibles con solventes orgánicos.
- En las prácticas 6, 7 y 8 manipularon benceno y derivados: ahora analizamos sus riesgos fuera del tubo de ensaye.
- "Residuo peligroso" en México se define en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Docente: abra con "¿Dónde encontramos benceno en la vida real?" (gasolina, humo de tabaco, industrias). Conecte la química con la salud pública y el ambiente.

Desarrollo riguroso

BEN

El benceno es cancerígeno

El benceno está clasificado en el Grupo 1 (carcinógeno para humanos) por la IARC. La exposición (inhalación principalmente) se metaboliza en el hígado a epóxidos y fenoles reactivos que dañan la médula ósea y el ADN, causando leucemia mieloide aguda. No tiene umbral seguro conocido: toda exposición cuenta. Por ello su uso en laboratorios y la industria está estrictamente regulado y se sustituye por tolueno cuando es posible.

El grupo BTEX

BTEX

BTEX = Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos. Son componentes de la gasolina y contaminantes frecuentes en aguas subterráneas por fugas de tanques. El benceno es el más tóxico; el tolueno y xilenos son neurotóxicos pero menos carcinogénicos. Se monitorizan juntos porque viajan y degradan de forma similar en el subsuelo.

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)

HAP

Los HAP (PAH en inglés) son aromáticos condensados de 2 o más anillos (naftaleno, antraceno, benzo[a]pireno). Se forman en combustión incompleta (humo, escapes, asadores, incendios). Varios son carcinógenos (benzo[a]pireno, Grupo 1). Son persistentes, bioacumulables y lipofílicos; se adsorben en partículas PM2.5 y en suelos.

NORM

Normatividad mexicana

- NOM-STA-2009-SSA1 (valores límite permisibles de contaminantes en aire ambiente): fija límites de benceno en aire exterior.
- NOM-052-SEMARNAT-2005: clasifica a los residuos peligrosos (el benceno y derivados halogenados/aromáticos entran como tóxicos e inflamables, característica CORROSIVO/TOXICO/INFLAMABLE según caso).
- NOM-003-SEMARNAT-1996 (Límites de contaminantes en aguas residuales): regula benceno y otros compuestos orgánicos en descargas a cuerpos receptores.
- LGEEPA y su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos: registro, manifiesto y disposición final autorizada.

DISP

Disposición de residuos

- Nunca verter benceno, nitrobenzeno, alquilbencenos ni ácidos de prácticas al drenaje.
- Recolectar en contenedores rotulados de residuos peligrosos, con su manifiesto (NOM-052).
- Entregar a gestor autorizado por SEMARNAT para tratamiento (incineración controlada) o confinamiento.
- Neutralizar ácidos (NaHCO_3) y separar fases antes de la disposición autorizada.

Dato para el docente

El benzo[a]pireno se mide como indicador de HAP en humo de tabaco y alimentación ahumada. En México, PROFEPA vigila el cumplimiento de NOM-052. Puede mostrar cómo una misma molécula (benceno) es útil industrialmente pero peligrosa sanitariamente: la química requiere ética.

Ejercicio resuelto

Clasificación y normatividad

Tip aplicado: recuerde los acrónimos NOM

Enunciado: Un laboratorio genera 200 mL de una mezcla de benceno y ácido bencenosulfónico tras una práctica. Indique: a) la clasificación del residuo, b) la norma que aplica, c) el procedimiento correcto de disposición y d) por qué el benceno exige manejo especial. Resolución: a) Residuo peligroso por sus características de toxicidad (benceno, carcinógeno Grupo 1 IARC) e inflamabilidad; además el ácido aporta corrosividad. b) Aplica la NOM-052-SEMARNAT-2005 (clasificación y listado de residuos peligrosos) y, en su caso, la LGEEPA en materia de residuos peligrosos; si hay descarga, la NOM-003-SEMARNAT-1996. c) Recolectar en contenedor rotulado de residuos peligrosos con su hoja de seguridad y manifiesto; neutralizar la parte ácida con NaHCO_3 hasta pH ~7; separar fase orgánica; entregar a un gestor autorizado por SEMARNAT para incineración o confinamiento, nunca al drenaje. d) Porque el benceno es carcinógeno sin umbral seguro conocido, se absorbe por inhalación y piel, y daña la médula ósea (leucemia); por ello su manejo exige campana, guantes, almacenamiento sellado y disposición controlada.

Cierre de la sesión

CIE
RRA

Síntesis

- Benceno: carcinógeno Grupo 1; todo exposición cuenta.
- BTEX y HAP: contaminantes de gasolina y combustión, vigilados por normatividad.
- NOM-052, NOM-003, NOM-STA y LGEEPA rigen manejo y disposición en México.
- El químico responsable minimiza, separa y dispone correctamente.

Reflexión final: la Química III no solo enseña reacciones; forma ciudadanos que comprenden el riesgo y protegen la salud y el ambiente. Cierre del RAP 2: el alumno debe ahora integrar nomenclatura, mecanismos SEA y responsabilidad ecológica en su evaluación.

Cierre del RAP

Sugiera una actividad integradora: un mapa conceptual que relacione benceno -> reacciones SEA (halogenación, sulfonación, nitración, Friedel-Crafts) -> productos -> toxicidad/normatividad. Evalúe competencias: maneja reactivos, explica mecanismos y argumenta el impacto ambiental.