

Explorando la Adsorción: Investigando Isotermas y Parámetros Termodinámicos

Ciencias Exactas y Naturales | Química | Aprendizaje Basado en Investigación

Descripción

Este plan de clase tiene como propósito que los estudiantes universitarios de Química comprendan y evalúen el proceso de adsorción de un soluto sobre un sólido poroso bajo diferentes condiciones fisicoquímicas. A través de una metodología basada en la investigación, los estudiantes analizarán experimentalmente cómo varía la adsorción y determinarán parámetros termodinámicos esenciales, además de identificar y ajustar modelos de isotermas que describen el fenómeno. Este aprendizaje es fundamental para entender procesos industriales, ambientales y biotecnológicos donde la adsorción juega un papel clave, como en la purificación de aguas, catálisis y almacenamiento de gases. El enfoque práctico y científico le da relevancia directa a la vida profesional y cotidiana del estudiante, preparándolo para resolver problemas reales mediante el método científico y el análisis crítico de datos.

Objetivos de Aprendizaje

- Evaluar experimentalmente la adsorción de un soluto sobre un adsorbente poroso bajo distintas condiciones fisicoquímicas.
- Determinar los parámetros termodinámicos relacionados con el proceso de adsorción a partir de datos experimentales.
- Analizar y ajustar modelos de isotermas de adsorción para describir el comportamiento observado.
- Aplicar el método científico para formular hipótesis, diseñar experimentos y analizar resultados relacionados con la adsorción.
- Argumentar conclusiones basadas en evidencias experimentales y modelos matemáticos sobre el fenómeno de adsorción.

Recursos Necesarios

- Material físico: balanza analítica (1 por grupo), agitador magnético con control de temperatura (1 por grupo), tubos de ensayo (6 por grupo), pipetas y micropipetas, adsorbente sólido poroso (ej. carbón activado, 50 g total), soluciones estándar del adsorbato (diferentes concentraciones, 50 mL por concentración), pHmetro o papel indicador de pH, termómetro, cronómetro.
- Herramientas digitales: computadora con software para análisis de datos (Excel, Origin o similar), proyector para presentación.
- Material impreso: guías de laboratorio con protocolo experimental, hojas de trabajo para recolección de datos, artículos científicos seleccionados sobre isotermas de adsorción (en formato digital o impreso).

- Recursos audiovisuales: video introductorio breve sobre adsorción y aplicaciones industriales (5 minutos).

Requisitos Previos

- Conocimiento previo de conceptos básicos de química física, como equilibrio químico y termodinámica.
- Entendimiento de soluciones y concentración molar.
- Habilidades básicas en manejo de laboratorio químico y uso de instrumentos de medición.
- Familiaridad con el método científico y análisis estadístico básico.

Actividades

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 45 minutos

Propósito de la sesión:

Docente: Explica que la sesión se centrará en comprender cómo un soluto se adsorbe en un sólido poroso y cómo este proceso puede ser evaluado y modelado para aplicaciones reales. Resalta la importancia de la adsorción en áreas como tratamiento de aguas y catálisis.

Activación de conocimientos previos:

Docente: Presenta un breve caso real: "Una empresa de tratamiento de aguas busca optimizar la eliminación de contaminantes mediante adsorbentes. ¿Qué factores podrían afectar la eficiencia de la adsorción?"

Estudiantes: En grupos de 3-4, discuten y responden esta pregunta durante 10 minutos, luego comparten sus ideas en plenaria.

Motivación y enganche:

Docente: Muestra un video corto de 5 minutos que explica la adsorción y sus aplicaciones industriales actuales, destacando datos curiosos como la capacidad del carbón activado para eliminar contaminantes hasta en un 95%.

Contextualización:

Docente: Conecta el tema con experiencias cotidianas, como el uso de filtros de agua y purificadores de aire que emplean adsorción. Explica que hoy se investigará cómo medir y modelar científicamente este proceso.

Actividades específicas:

- **Pregunta detonadora:** ¿Cómo influye la temperatura y concentración en la cantidad de soluto adsorbido? Los estudiantes anotan hipótesis breves.
- **Discusión guiada:** El docente modera, invita a compartir hipótesis y las anota en la pizarra.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 160 minutos

Presentación del contenido:

Docente: Introduce brevemente el método científico aplicado a la adsorción, explicando que diseñarán un experimento para evaluar la adsorción de un soluto a diferentes concentraciones y temperaturas, y luego modelarán los datos usando isothermas conocidas (Langmuir y Freundlich).

Actividad 1: Diseño y ejecución experimental

- **Objetivo:** Evaluar la adsorción bajo distintas condiciones fisicoquímicas.
- **Instrucciones:**
 - **Docente:** Divide a los estudiantes en grupos de 4 y entrega el protocolo experimental impreso.
 - Los grupos preparan soluciones de diferentes concentraciones del adsorbato y colocan cantidades iguales de adsorbente en tubos de ensayo.
 - Realizan el experimento variando la temperatura controlada mediante el agitador magnético.
 - Registran la concentración inicial y final del soluto para calcular la cantidad adsorbida.
- **Organización:** Grupos de 4.
- **Producto:** Tabla con datos experimentales de concentración y temperatura.
- **Tiempo:** 90 minutos.
- **Rol docente:** Supervisar seguridad, resolver dudas, estimular observación crítica y pedir que justifiquen cada paso del protocolo.

Actividad 2: Análisis de datos y determinación de parámetros termodinámicos

- **Objetivo:** Determinar parámetros termodinámicos y ajustar modelos de isothermas.
- **Instrucciones:**
 - **Docente:** Indica que usando software (Excel u Origin), los grupos ingresarán sus datos para graficar isothermas y ajustar los modelos de Langmuir y Freundlich.
 - Calculan parámetros como capacidad máxima y constante de adsorción, y extraen parámetros termodinámicos (ΔG° , ΔH° , ΔS°) usando datos a distintas temperaturas.
 - Discuten en grupo qué modelo describe mejor sus datos y por qué.
- **Organización:** Grupos de 4.
- **Producto:** Informe gráfico y calculado con análisis de isothermas y parámetros termodinámicos.
- **Tiempo:** 50 minutos.
- **Rol docente:** Orientar en el uso de fórmulas, supervisar cálculos, preguntar sobre interpretación de resultados.

Actividad 3: Presentación y discusión de resultados preliminares

- **Objetivo:** Argumentar conclusiones basadas en evidencias experimentales.
- **Instrucciones:**
 - Cada grupo presenta en plenaria un resumen de sus hallazgos, destacando el modelo isotérmico que mejor se ajustó y los parámetros termodinámicos obtenidos.
 - Se fomenta la retroalimentación entre grupos mediante preguntas y discusión guiada.
- **Organización:** Plenaria.
- **Producto:** Presentación oral y debate.
- **Tiempo:** 20 minutos.
- **Rol docente:** Facilitar la discusión, incentivar el pensamiento crítico, aclarar dudas y corregir conceptos erróneos.

Diferenciación:

- **Para estudiantes que terminan antes:** Proponer el análisis de un artículo científico relacionado con la adsorción y discutir cómo se relaciona con el experimento.
- **Para estudiantes que requieren más apoyo:** Brindar apoyo personalizado en cálculos y manejo de software, además de entregar material con ejemplos resueltos y guías paso a paso.

Transiciones:

Después de cada actividad, el docente conecta los aprendizajes resaltando cómo cada paso aporta a comprender el fenómeno de adsorción y el objetivo de evaluar y modelar el proceso, preparando al grupo para la siguiente etapa.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 35 minutos

Síntesis:

Docente: Solicita que cada estudiante escriba en una tarjeta tres ideas clave que aprendieron sobre la adsorción y los modelos isotérmicos, y una pregunta que aún tengan sobre el tema.

Estudiantes: Comparten de forma voluntaria sus ideas y preguntas. El docente las organiza en un mapa mental colectivo en la pizarra.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo aplicaría el método científico para investigar otros fenómenos relacionados con la adsorción?
- ¿Qué modelo isotérmico te pareció más adecuado y por qué?
- ¿De qué manera los parámetros termodinámicos obtenidos influyen en la interpretación del proceso de adsorción?

Retroalimentación:

Docente: Proporciona retroalimentación inmediata a partir de las presentaciones y síntesis, destacando fortalezas y áreas de mejora, y responde las preguntas planteadas por los estudiantes.

Transferencia:

El docente conecta el aprendizaje con aplicaciones prácticas futuras, como el diseño de sistemas de purificación o investigación en catálisis, y prepara al estudiante para profundizar en termodinámica aplicada y cinética química.

Tarea o reto:

Se asigna la tarea de buscar un artículo científico reciente que incluya experimentos o modelos de adsorción, y preparar un resumen crítico para la próxima sesión o foro virtual, enfatizando la comparación con los modelos estudiados.

Evaluación

Tipo de evaluación:

- **Diagnóstica:** En la fase de inicio, mediante la pregunta detonadora y discusión inicial para identificar conocimientos previos y concepciones.
- **Formativa:** Durante el desarrollo, al observar la ejecución del experimento, análisis de datos, discusiones y presentaciones grupales.
- **Sumativa:** Al final, mediante la síntesis escrita, la reflexión metacognitiva y el informe grupal sobre isotermas y parámetros termodinámicos.

Criterios de evaluación:

- Precisión y calidad en la recolección y registro de datos experimentales (Objetivo 1).
- Correcta determinación y cálculo de parámetros termodinámicos a partir de los datos (Objetivo 2).
- Capacidad para ajustar y seleccionar adecuadamente modelos isotérmicos y justificar su elección (Objetivo 3).
- Aplicación rigurosa del método científico en el diseño y análisis experimental (Objetivo 4).
- Claridad y fundamentación en la argumentación de conclusiones basadas en evidencias (Objetivo 5).

Instrumentos sugeridos:

- Rúbrica para evaluación del informe experimental y presentación oral.
- Lista de cotejo para observación directa durante el laboratorio.
- Autoevaluación y coevaluación entre pares sobre la participación y comprensión.
- Revisión del mapa mental y tarjetas de síntesis para evaluar la comprensión individual.

Evidencias de aprendizaje:

- Tablas de datos experimentales y cálculos de adsorción.
- Gráficos de isotermas y parámetros termodinámicos calculados.
- Informe grupal con análisis y discusión de resultados.
- Presentación oral y participación en discusión crítica.
- Respuestas escritas en tarjetas y reflexión metacognitiva.

