

Explorando la Permanganimetría: Reacciones, Estandarización y Cálculos Aplicados

Ciencias Exactas y Naturales | Química | Aprendizaje Basado en Problemas

Descripción

Este plan de clase está diseñado para que estudiantes de educación técnica y tecnológica comprendan y apliquen los fundamentos de la permanganimetría en la química analítica. A través de un enfoque activo basado en problemas reales, los estudiantes aprenderán los conceptos clave, las reacciones químicas involucradas, el uso del permanganato como autoindicador y la estandarización con patrones primarios. Además, desarrollarán habilidades en cálculos teóricos y prácticos relacionados con titulaciones permanganimétricas.

La permanganimetría es una técnica esencial en laboratorios químicos para determinar la concentración de sustancias redox, con aplicaciones directas en la industria, el control ambiental y la salud. Este conocimiento conecta con la vida cotidiana e impulsa el desarrollo de competencias técnicas y analíticas fundamentales para su futuro profesional. Mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, los estudiantes enfrentarán desafíos prácticos que fomentan su pensamiento crítico y capacidad para resolver situaciones complejas.

Objetivos de Aprendizaje

- Analizar los conceptos fundamentales y las reacciones químicas involucradas en la permanganimetría.
- Explicar el papel del permanganato como autoindicador en titulaciones redox.
- Aplicar procedimientos para la estandarización de soluciones de permanganato utilizando un patrón primario.
- Realizar cálculos teóricos y prácticos relacionados con la permanganimetría para determinar concentraciones.
- Resolver problemas prácticos mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, desarrollando pensamiento crítico y habilidades técnicas.

Recursos Necesarios

- Materiales de laboratorio: bureta, matraz aforado, pipetas, vasos de precipitados, agitadores magnéticos.
- Sustancias químicas: solución de permanganato de potasio (KMnO_4), oxalato de sodio como patrón primario, agua destilada, ácido sulfúrico diluido.
- Calculadoras científicas para cálculos.
- Computadora con proyector para presentación de problemas y videos cortos.
- Hojas de trabajo impresas con problemas prácticos y espacio para anotaciones.
- Guía de procedimientos para la estandarización y cálculos permanganimétricos.

Requisitos Previos

- Conocimientos básicos de química general: átomos, moléculas, reacciones químicas y conceptos de concentración.
- Familiaridad con técnicas básicas de laboratorio, manejo de materiales volumétricos y seguridad.
- Habilidad para realizar operaciones matemáticas básicas y proporciones.
- Experiencia previa con titulaciones ácido-base o redox (preferible, no indispensable).

Actividades

Sesión 1: Introducción a la Permanganimetría y Estandarización

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 10 minutos

Propósito de la sesión:

Introducir el concepto de permanganimetría, su importancia en análisis químico y preparar a los estudiantes para la estandarización de soluciones.

Activación de conocimientos previos:

Docente: "¿Recuerdan qué es una titulación y cómo se utiliza para determinar concentraciones? ¿Han manejado alguna vez soluciones patrón?"

Estudiantes: Responden y comparten experiencias breves, relacionando con conocimientos previos.

Motivación y enganche:

Docente: Presenta un breve video (2 min) mostrando la reacción visible de la permanganimetría (color morado desapareciendo), preguntando: "¿Qué creen que sucede químicamente aquí y cómo puede ayudar esto en el laboratorio?"

Estudiantes: Observan y expresan hipótesis iniciales.

Contextualización:

Docente: Explica que esta técnica es usada en industrias para controlar calidad del agua y alimentos, y que dominarla les permitirá realizar análisis precisos en su futuro laboral.

Estudiantes: Reflexionan sobre la importancia práctica.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 45 minutos

Presentación del contenido:

Docente: Presenta el problema a resolver: "Tenemos una solución de KMnO_4 cuya concentración desconocemos y necesitamos estandarizarla usando oxalato de sodio como patrón primario. ¿Cómo podemos hacerlo y qué reacciones están involucradas?"

Se divide la clase en grupos de 4 estudiantes para fomentar el aprendizaje colaborativo.

Actividad 1: Análisis de reacciones y conceptos clave

- **Objetivo:** Analizar las reacciones redox y el concepto de autoindicador en permanganimetría.
- **Instrucciones:**
 - El docente entrega una hoja con la reacción química entre KMnO_4 y oxalato de sodio.
 - Los estudiantes identifican agentes oxidantes y reductores, y discuten el papel del permanganato.
 - Responden la pregunta: "¿Por qué el permanganato actúa como autoindicador?"
- **Organización:** Grupos de 4
- **Producto:** Resumen escrito de la reacción y explicación del autoindicador.
- **Tiempo:** 15 minutos
- **Rol docente:** Circular entre grupos, formulando preguntas guía como "¿Qué sucede con el color durante la titulación?" o "¿Cómo cambia el estado de oxidación del manganeso?"

Actividad 2: Procedimiento de estandarización

- **Objetivo:** Comprender y describir el proceso de estandarización con patrón primario.
- **Instrucciones:**
 - El docente explica brevemente el procedimiento paso a paso con apoyo visual.
 - Los estudiantes, en grupos, elaboran un protocolo escrito para estandarizar la solución de KMnO_4 usando oxalato.
- **Organización:** Grupos de 4
- **Producto:** Protocolo escrito y ordenado.
- **Tiempo:** 15 minutos
- **Rol docente:** Apoya con preguntas aclaratorias y verifica comprensión.

Actividad 3: Cálculos teóricos iniciales

- **Objetivo:** Realizar cálculos teóricos para determinar la concentración de KMnO_4 a partir de datos de titulación.
- **Instrucciones:**
 - Se entrega un problema con datos ficticios de volumen y masa de oxalato.
 - Los estudiantes calculan la concentración de la solución de permanganato.
- **Organización:** Individual o en parejas
- **Producto:** Resultado numérico con procedimiento detallado.

- **Tiempo:** 15 minutos
- **Rol docente:** Asiste con dudas, verifica métodos y fomenta el razonamiento.

Diferenciación

- **Estudiantes avanzados:** Se les ofrece un problema adicional con datos variables para resolver de forma independiente.
- **Estudiantes con dificultades:** Reciben apoyo personalizado con ejemplos guiados y uso de esquemas visuales para entender las reacciones.

Transición:

Docente: Resume los conceptos y anuncia que en la próxima sesión se realizarán cálculos prácticos y un análisis más profundo de los resultados para completar el ciclo de aprendizaje.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 5 minutos

Síntesis:

Los estudiantes elaboran un mapa mental colectivo en la pizarra con los conceptos clave: reacciones, autoindicador, estandarización y cálculos.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Qué importancia tiene el permanganato como autoindicador en la titulación?
- ¿Cómo relacionan la reacción química con el cambio de color observado?
- ¿Qué dificultades encontraron en los cálculos y cómo las resolvieron?

Retroalimentación:

Docente: Proporciona comentarios inmediatos, destaca aciertos y aclara dudas brevemente.

Transferencia:

Se anticipa que en la sesión siguiente aplicarán los cálculos en problemas prácticos y conocerán más aplicaciones reales.

Tarea o reto:

Investigar y traer un ejemplo de aplicación práctica de la permanganimetría en una industria o laboratorio real.

Sesión 2: Aplicación Práctica y Cálculos en Permanganimetría

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 5 minutos

Propósito de la sesión:

Recordar lo aprendido y preparar para resolver casos prácticos completos de permanganimetría con énfasis en cálculos y análisis.

Activación de conocimientos previos:

Docente: Pregunta directa: "¿Cuál es el rol del oxalato de sodio en la estandarización? ¿Qué observamos cuando la titulación termina?"

Estudiantes: Responden en voz alta y en grupos pequeños.

Motivación y enganche:

Docente: Presenta el resultado de la tarea: algunos ejemplos reales aportados por estudiantes para conectar con la sesión.

Contextualización:

Docente: Relaciona las aplicaciones con las habilidades que desarrollarán y su impacto en el trabajo técnico.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 50 minutos

Presentación del contenido:

Docente: Presenta un nuevo problema de análisis cuantitativo con KMnO_4 y varios datos experimentales para resolver integralmente: desde la interpretación de datos hasta los cálculos de concentración y pureza.

Actividad 1: Resolución guiada de problema práctico

- **Objetivo:** Aplicar cálculos teóricos y prácticos para determinar concentración y validar resultados.
- **Instrucciones:**
 - Los estudiantes trabajan en parejas con la hoja de trabajo que contiene el problema detallado.
 - Se resuelve paso a paso: identificación de datos, cálculo de moles, volumen, concentración y análisis del resultado.
- **Organización:** Parejas
- **Producto:** Informe escrito con procedimiento y conclusión.
- **Tiempo:** 25 minutos
- **Rol docente:** Supervisa, formula preguntas para guiar el razonamiento y asegura que se sigan los pasos correctos.

Actividad 2: Debate y análisis crítico de resultados

- **Objetivo:** Evaluar la precisión y las posibles fuentes de error en la estandarización y cálculos.

- **Instrucciones:**

- Se reúnen en grupos de 4 para discutir los resultados obtenidos y posibles errores experimentales.
- Responden: "¿Qué factores podrían afectar la precisión? ¿Cómo mejorarían el procedimiento?"

- **Organización:** Grupos de 4

- **Producto:** Lista de factores de error y propuestas de mejora.

- **Tiempo:** 20 minutos

- **Rol docente:** Facilita la discusión, fomenta pensamiento crítico y sintetiza conclusiones con el grupo completo.

Diferenciación

- **Estudiantes avanzados:** Se les invita a plantear un problema adicional con datos variables para resolver independientemente.
- **Estudiantes con dificultades:** Reciben apoyo con ejemplos detallados y acompañamiento cercano en los cálculos.

Transición:

Docente: Introduce la fase de cierre destacando la importancia de consolidar y reflexionar para aplicar estos conocimientos en contextos reales.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 5 minutos

Síntesis:

Los estudiantes completan un ticket de salida respondiendo en pocas líneas:

- ¿Cuál es la reacción clave en la permanganimetría y cómo se observa?
- ¿Qué pasos seguirían para estandarizar una solución de KMnO_4 ?
- ¿Cómo aplicarían los cálculos para determinar la concentración?

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo me ayudaron las actividades de hoy a entender mejor la permanganimetría?
- ¿Qué concepto o procedimiento me resultó más desafiante y por qué?
- ¿Cómo puedo aplicar lo aprendido en una situación laboral real?

Retroalimentación:

Docente: Recolecta tickets, comenta respuestas destacadas y ofrece recomendaciones para reforzar conceptos.

Transferencia:

Se invita a los estudiantes a pensar en otros métodos de titulación redox y a investigar aplicaciones avanzadas para futuras sesiones.

Tarea o reto:

Resolver un problema adicional de titulación permanganométrica con datos distintos y preparar una breve explicación para compartir en la próxima clase.

Evaluación

Tipo de evaluación:

- Diagnóstica: Activación de conocimientos previos en ambas sesiones al inicio.
- Formativa: Durante las actividades de desarrollo mediante observación directa, preguntas guía, y revisión de productos escritos (protocolos, cálculos, debates).
- Sumativa: Evaluación del producto final (informe de cálculos y ticket de salida) al cierre de la segunda sesión.

Criterios de evaluación:

- Comprende y explica correctamente los conceptos y reacciones de la permanganimetría (Objetivo 1 y 2).
- Describe y aplica el procedimiento de estandarización con patrón primario (Objetivo 3).
- Realiza con precisión cálculos teóricos y prácticos para determinar concentraciones (Objetivo 4).
- Participa activamente en la resolución de problemas y análisis crítico (Objetivo 5).

Instrumentos sugeridos:

- Lista de cotejo para observar participación y aplicación práctica durante actividades grupales.
- Rúbrica para evaluar protocolos escritos y cálculos numéricos.
- Autoevaluación y coevaluación durante debates y actividades colaborativas.
- Revisión de tickets de salida para verificar comprensión y reflexión.

Evidencias de aprendizaje:

- Resúmenes escritos de reacciones y autoindicador.
- Protocolos de estandarización elaborados por grupos.
- Problemas de cálculo resueltos individual o en parejas.
- Listas de factores de error y propuestas de mejora en debates.
- Tickets de salida con respuestas reflexivas.

Enriquecimientos

Desarrollo - Ejemplos

Ejemplos Prácticos y Casos de Estudio para el Plan de Clase

Para fomentar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y facilitar la comprensión de la permanganimetría en estudiantes técnicos/tecnológicos, se proponen los siguientes ejemplos prácticos y casos de estudio, que se desarrollarán en las dos sesiones de una hora cada una. Cada ejemplo está diseñado para que los estudiantes apliquen conceptos, realicen cálculos y comprendan la importancia de la estandarización y el uso del autoindicador en permanganimetría.

Sesión 1: Comprendiendo la Permanganimetría y Reacciones Químicas

• Caso Práctico 1: Determinación de la concentración de un ácido oxálico desconocido

- *Contexto:* En un laboratorio de control de calidad de una empresa química, se recibe una muestra de ácido oxálico cuya concentración es desconocida.
- *Problema:* Se debe determinar la concentración exacta de ácido oxálico mediante una titulación con permanganato de potasio (KMnO₄) utilizando permanganimetría.
- *Objetivos:*
 - Identificar la reacción de permanganato con ácido oxálico y comprender el rol del autoindicador (permanganato como indicador propio).
 - Realizar la titulación y calcular la concentración molar del ácido oxálico.
- *Actividades:*
 - Analizar la reacción redox: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$.
 - Realizar un esquema de la titulación en el laboratorio virtual o real.
 - Calcular la molaridad del ácido oxálico con base en el volumen gastado de KMnO₄ de concentración conocida.

• Ejemplo de Cálculo Teórico 1:

- Si se utilizan 25 mL de ácido oxálico y se gastan 18.5 mL de KMnO₄ 0.02 M para el punto final, calcular la molaridad del ácido oxálico.
- Guiar a los estudiantes en el balanceo y uso de equivalencias estequiométricas para resolver.

Sesión 2: Estandarización y Cálculos Prácticos con Patrón Primario

• Caso Práctico 2: Estandarización del KMnO₄ usando oxalato de sodio como patrón primario

- *Contexto:* El permanganato de potasio no puede comprarse con concentración exacta, por lo que debe estandarizarse en el laboratorio usando un patrón primario confiable.
- *Problema:* Calcular la concentración exacta de la solución de KMnO₄ preparada en el laboratorio mediante titulación con oxalato de sodio (Na₂C₂O₄) puro.
- *Objetivos:*
 - Entender la importancia de la estandarización en análisis volumétricos.

- Realizar la titulación y calcular la concentración real de KMnO_4 .
- Aplicar cálculos prácticos para determinar la molaridad del KMnO_4 .

◦ *Actividades:*

- Balancear la reacción redox entre KMnO_4 y $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.
- Realizar la titulación con una muestra conocida de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (por ejemplo, 0.1 g en 25 mL).
- Calcular la concentración de KMnO_4 a partir del volumen utilizado para alcanzar el punto final.

• **Ejemplo de Cálculo Práctico 2:**

- Si se disuelven 0.126 g de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (peso molecular = 134 g/mol) en 250 mL y se toman 25 mL para titular, y se gastan 20 mL de KMnO_4 para alcanzar el punto final, calcular la molaridad de la solución de KMnO_4 .
- Guiar paso a paso en los cálculos de moles, volumen y concentración.

• **Mini Caso de Estudio: Control de Calidad en la Industria Alimentaria**

- *Contexto:* Una planta de producción de jugos de fruta quiere determinar la cantidad de vitamina C (ácido ascórbico) en sus productos utilizando permanganimetría.
- *Problema:* Diseñar un procedimiento para estandarizar la solución de KMnO_4 y luego cuantificar la vitamina C en una muestra de jugo.
- *Objetivos:*
 - Aplicar conocimientos en un contexto industrial real.
 - Relacionar la química de la permanganimetría con aplicaciones prácticas en la industria.
 - Realizar cálculos basados en resultados hipotéticos de titulación.
- *Actividades:*
 - Identificar la reacción redox entre KMnO_4 y ácido ascórbico.
 - Diseñar un plan para estandarizar la solución de KMnO_4 usando un patrón primario.
 - Calcular la concentración de vitamina C en jugo usando datos simulados de volúmenes y concentraciones.

Recomendaciones para el Docente

- Dividir a los estudiantes en grupos pequeños para discutir y resolver cada problema, promoviendo el trabajo colaborativo.
- Fomentar que los estudiantes formulen hipótesis, diseñen procedimientos y realicen cálculos, guiándolos con preguntas orientadoras.
- Utilizar simuladores virtuales de titulación si no se dispone de laboratorio físico para realizar las prácticas.
- Finalizar con una reflexión grupal sobre la importancia de la estandarización y el uso del autoindicador en análisis volumétricos.