Nombre _____ Fecha _____ Periodo _____

ZornScience
zornscience.org

Revisión del peróxido: una titulación redox

Química AP

Completa el trasfondo y las preguntas previas al laboratorio (1 a 3) antes del día del laboratorio.

La pregunta

Una botella de peróxido de hidrógeno de farmacia dice 3% de H_2O_2. Para venderse así, debe tener entre 2.5 g y 3.5 g de H_2O_2 en cada 100 mL. ¿Todavía pasa la botella de tu salón?

Trasfondo

El peróxido de hidrógeno se descompone poco a poco en agua y oxígeno gaseoso. La luz, el calor y el polvo aceleran este proceso, así que una botella abierta desde hace meses puede tener menos H_2O_2 que el que dice su etiqueta. Vas a medir cuánto hay en realidad con una **titulación redox**.

El titulante es permanganato de potasio, $KMnO_4$. El ion permanganato, MnO_4^-, es de color morado intenso. En medio ácido reacciona y forma Mn^{2+}, que es casi incoloro. Mientras quede H_2O_2 en el matraz, cada gota morada que agregas se consume y el color desaparece. Cuando se acaba el H_2O_2, una gota extra ya no tiene con qué reaccionar y el matraz se queda de un rosa pálido. Ese color rosa es el **punto final**, así que no necesitas un indicador.

Hay un detalle importante. Una solución de $KMnO_4$ no es un patrón confiable. Con el tiempo reacciona con trazas de materia orgánica y se descompone con la luz, así que su molaridad real baja respecto a la de la etiqueta. En la Parte A vas a encontrar la molaridad exacta de tu $KMnO_4$ titulando una solución de hierro(II) cuya concentración se conoce con exactitud. A esto se le llama **estandarizar** el titulante. En la Parte B vas a usar esa molaridad para analizar el peróxido.

Sobre la muestra. Tu maestro diluyó el peróxido de farmacia 1:10 (100.0 mL diluidos a 1.000 L). Cada porción de 10.00 mL que titules contiene el H_2O_2 de exactamente 1.000 mL de la botella original.

Revisión de habilidades. Después de este laboratorio, deberías poder:

- Balancear una semirreacción en medio ácido con H_2O, H^+ y e^-, y luego combinar dos semirreacciones.
- Usar números de oxidación para decir qué especie se oxida y cuál se reduce.
- Pasar del volumen y la molaridad del titulante a los moles de analito con una razón molar que no es 1:1.
- Tomar en cuenta una dilución al calcular la concentración de la muestra original.
- Explicar la diferencia entre el punto de equivalencia y el punto final.
- Predecir si un error de laboratorio hace que el resultado sea demasiado alto, demasiado bajo o que no cambie, y explicar por qué.

CC BY-NC-SA 4.0 | zornscience.org

Preguntas previas al laboratorio

Contesta antes del día del laboratorio. Muestra tu trabajo.

1. En la Parte B, el MnO_4^- reacciona con H_2O_2 y forma Mn^{2+} y O_2. Nombra el reactivo que se oxida y el que se reduce. Apoya tu respuesta con números de oxidación.

2. Usa semirreacciones para escribir la ecuación iónica neta balanceada de cada titulación en medio ácido. Agrega H_2O, H^+ y e^- según haga falta. Luego da la razón molar entre el analito y el MnO_4^-.

(a) Parte A

$MnO_4^-(aq) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + Fe^{3+}(aq)$

(b) Parte B

$MnO_4^-(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + O_2(g)$

3. En este laboratorio no se usa indicador. (a) Describe lo que verás en el punto final y explica por qué sucede. (b) ¿El punto final ocurre antes, en o un poco después del punto de equivalencia? Explica.

CC BY-NC-SA 4.0

Materiales (por pareja)

- Solución de permanganato de potasio, $KMnO_4$, de unos 0.025 M, 100 mL
- Solución patrón de hierro(II), Fe^{2+}, 0.1000 M, 40 mL
- Muestra de peróxido, H_2O_2 (diluida 1:10), 40 mL
- Ácido sulfúrico, H_2SO_4, 3 M, 30 mL
- Agua destilada en una piseta
- Bureta de 50 mL, pinzas para bureta y soporte universal
- Pipetas volumétricas de 10 mL, 2 (una por solución), y una perilla para pipetear
- Matraces Erlenmeyer de 125 mL, 2
- Vasos de precipitados: uno de 150 mL, dos de 100 mL y uno de 250 mL (desechos)
- Probeta graduada de 10 mL y un embudo pequeño
- Papel blanco, etiquetas o marcador

Seguridad

- Usa lentes de seguridad, guantes y un mandil durante todo el laboratorio.
- El ácido sulfúrico 3 M es corrosivo para la piel y los ojos. Enjuaga cualquier salpicadura con mucha agua y avisa a tu maestro de inmediato.
- El $KMnO_4$ es un oxidante y deja manchas cafés en la piel, la ropa y las mesas. Limpia las gotas de inmediato.
- Las soluciones de hierro(II) y de peróxido irritan la piel y los ojos.
- Nunca pipetees con la boca. Usa la perilla para pipetear. Llena la bureta con un embudo mientras está por debajo del nivel de los ojos.
- Lávate las manos con agua y jabón antes de salir del laboratorio.

Montaje

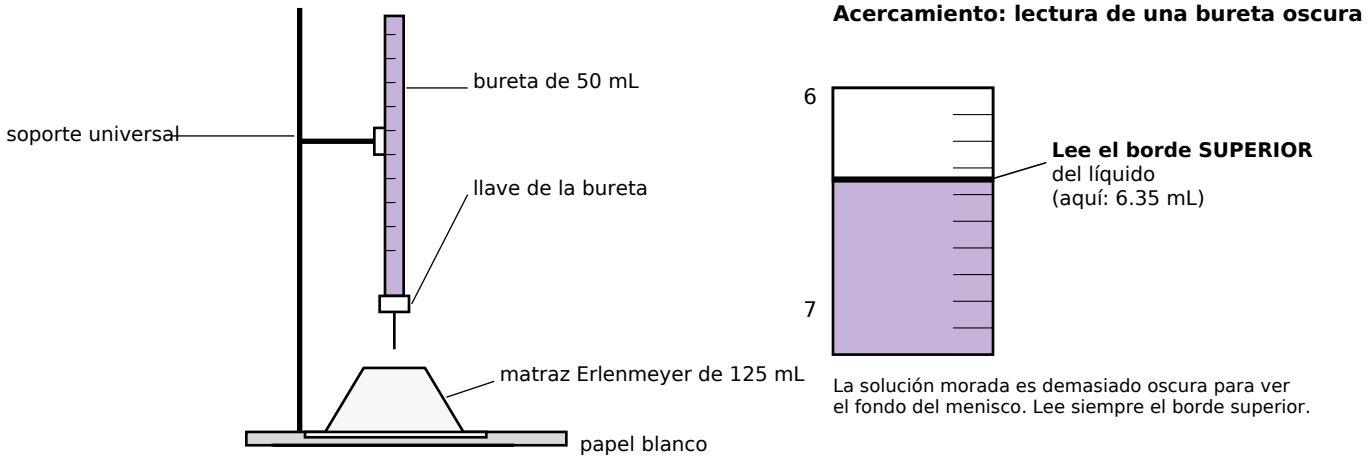

Figura 1. Montaje de la titulación (izquierda) y cómo leer una bureta llena de $KMnO_4$ (derecha). El papel blanco facilita ver el rosa pálido del punto final. Como cada volumen que usas es una diferencia de dos lecturas, leer el borde superior de la misma manera cada vez da volúmenes correctos.

CC BY-NC-SA 4.0 | zornscience.org

Procedimiento

Preparación

1. Etiqueta cuatro vasos de precipitados: $KMnO_4$ (150 mL), Fe^{2+} (100 mL), H_2O_2 (100 mL) y DESECHOS (250 mL). Toma unos 100 mL de $KMnO_4$, 40 mL de la solución patrón de hierro(II) y 40 mL de la muestra de peróxido. Anota en la Tabla de datos A la molaridad exacta de la solución patrón de hierro(II) que viene en su botella.

2. Enjuaga la bureta con dos porciones de 5 mL de $KMnO_4$. Inclina y gira la bureta para que la solución cubra el interior y luego deja salir cada enjuague por la punta hacia el vaso de desechos.

3. Con el embudo, llena la bureta un poco por encima de la marca de 0.00 mL. Quita el embudo. Sobre el vaso de desechos, abre la llave para sacar el aire de la punta y ciérrala con el nivel entre 0 y 5 mL.

4. Enjuaga cada pipeta con un poco de la solución que va a medir. Tira el enjuague en el vaso de desechos.

Parte A. Estandarización del $KMnO_4$

5. Con la pipeta, mide 10.00 mL de la solución patrón de hierro(II) y ponlos en un matraz Erlenmeyer de 125 mL limpio. Agrega unos 20 mL de agua destilada y 5 mL de H_2SO_4 3 M. Agita para mezclar.

6. Lee el borde superior del líquido en la bureta con una aproximación de 0.01 mL (Figura 1) y anótalo como la lectura inicial. Pon el matraz sobre papel blanco, con la punta de la bureta dentro del cuello del matraz.

7. Mientras agitas, agrega unos 6 mL de $KMnO_4$ (en total vas a necesitar unos 8 mL). Después agrégalo gota por gota. Cerca del final, enjuaga la pared interior del matraz con un poco de agua destilada.

8. Detente en cuanto aparezca el primer rosa pálido que dure 30 segundos mientras agitas. Anota la lectura final.

9. Vacía el matraz en el vaso de desechos y enjuágalo con agua destilada. La lectura final de un ensayo es la lectura inicial del siguiente. Haz el Ensayo 2. Si los dos volúmenes difieren en más de 0.10 mL, haz el Ensayo 3.

Parte B. Análisis del peróxido

10. Rellena la bureta hasta cerca de 0 mL y anota la nueva lectura inicial. Con la pipeta, mide 10.00 mL de la muestra de peróxido y ponlos en un matraz limpio. Agrega unos 20 mL de agua destilada y 5 mL de H_2SO_4 3 M.

11. Titula como en la Parte A. Espera gastar unos 14 mL, así que primero agrega rápido unos 11 mL. Las primeras gotas pueden tardar varios segundos en perder el color. Espera a que cada una se desvanezca antes de agregar la siguiente.

12. Haz el Ensayo 2. Si los dos volúmenes difieren en más de 0.10 mL, haz el Ensayo 3.

Limpieza

13. Vierte en tu vaso de desechos todo el contenido de los matraces y las soluciones sobrantes, y luego vacíalo en el recipiente de desechos del grupo. Nunca regreses nada a una botella de reactivo.

14. Vacía la bureta, enjuágala tres veces con agua destilada y sujétala boca abajo con la llave abierta. Limpia la mesa y lávate las manos.

CC BY-NC-SA 4.0 | zornscience.org

Datos

Anota las lecturas de la bureta con una aproximación de 0.01 mL.

Tabla de datos A. Estandarización del $KMnO_4$

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3 (si hace falta)
Molaridad de la solución patrón de hierro(II) (M)			
Volumen de la solución patrón de hierro(II) (mL)	10.00	10.00	10.00
Lectura inicial de la bureta (mL)			
Lectura final de la bureta (mL)			
Volumen de $KMnO_4$ agregado (mL)			
Volumen promedio de $KMnO_4$ (mL)			

Tabla de datos B. Análisis de la muestra de peróxido

La muestra son 100.0 mL de peróxido de farmacia diluidos a 1.000 L.

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3 (si hace falta)
Volumen de la muestra de peróxido (mL)	10.00	10.00	10.00
Lectura inicial de la bureta (mL)			
Lectura final de la bureta (mL)			
Volumen de $KMnO_4$ agregado (mL)			
Volumen promedio de $KMnO_4$ (mL)			

CC BY-NC-SA 4.0 | zornscience.org

Cálculos

Muestra cada planteamiento con unidades y las cifras significativas correctas. Conserva un dígito extra hasta tu respuesta final.

4. Parte A (estandarización del $KMnO_4$). Usa tu volumen promedio de $KMnO_4$ y la razón molar de la pregunta 2 para hallar la molaridad de tu solución de $KMnO_4$.

5. Parte B (análisis del peróxido). Usa tu volumen promedio de $KMnO_4$ y tu molaridad de la pregunta 4 para hallar los gramos de H_2O_2 en 100 mL de la solución de farmacia. Recuerda que cada porción de 10.00 mL contiene el H_2O_2 de exactamente 1.000 mL de la botella de farmacia.

6. ¿Tu botella cumple el estándar de 2.5 g a 3.5 g por 100 mL? Explica con tu resultado.

CC BY-NC-SA 4.0 | zornscience.org

Preguntas de análisis

Contesta con oraciones completas.

7. La botella de $KMnO_4$ decía 0.0250 M, pero mediste su molaridad cuando la estandarizaste en la Parte A del procedimiento. (a) Explica por qué la molaridad real de una solución de $KMnO_4$ puede ser menor que la de su etiqueta. (b) Supón que la molaridad real es menor y que hubieras usado el valor de la etiqueta en el cálculo de la Parte B. ¿Tus g de H_2O_2 por 100 mL saldrían demasiado altos, demasiado bajos o sin cambio? Explica.

8. Para cada error, decide si los g de H_2O_2 por 100 mL calculados saldrían demasiado altos, demasiado bajos o sin cambio. Explica tu razonamiento.

(a) En la titulación del peróxido de la Parte B, un estudiante siguió agregando $KMnO_4$ hasta que el matraz quedó de un morado oscuro.

(b) En la estandarización de la Parte A, una burbuja de aire en la punta de la bureta salió durante la titulación. La titulación de la Parte B se hizo correctamente.

CC BY-NC-SA 4.0 | zornscience.org