Quimi kit

Oxido - Reducción

Esta herramienta de educación fue creada por profesionales del Equipo Docente Prodelab.

PRODELAB

Aprendizaje
A través de la
Experiencia

Manual de Óxido Reducción
REDOX

Actividades prácticas en laboratorio



Creadores
Prodelab | Equipamiento de Educación

Equipo docente y gráfico Prodelab.
Consultorías: Quím. Industrial. Gloria Reyes T.

Año de publicación: 2023

PRODELAB
Equipamiento de Educación

Descargo de responsabilidad: Este manual está destinado sólo para fines educativos. Todos los experimentos deben realizarse bajo la supervisión de un adulto calificado y siempre se deben seguir los procedimientos de seguridad. Prohibida su copia, venta y distribución.

Índice

Índice....1
Introducción📖....2
1. Fotoreducción (Fotosíntesis)....4
2. Zincado de una Moneda: Reacción con NaOH y Zinc....6
3. Dorado de la Moneda Plateada....7
4. Determinación de la Concentración de Peróxido de Hidrógeno en Agua Oxigenada Mediante Permanganometría....8
5. Semáforo Químico: Indicadores REDOX....10
6. Reacción con nitrato de plata....13
7. Reacción con dicromato de potasio....15
8. Espejo de Plata 🪞....17

Datos del Alumno o Grupo 👩‍🎓

Nombre/s y Apellido/s	
Curso	
Asignatura	
Fecha	

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

Introducción📖

Definición o concepto de oxidación y reducción.

Históricamente, el término **OXIDACIÓN** se utilizó para indicar que un compuesto aumentaba su proporción de átomos de oxígeno y/o perdía átomos de hidrógeno. Por el contrario, el término **REDUCCIÓN** se utilizó para describir la disminución en la proporción de oxígeno y/o el aumento de hidrógenos en un compuesto. Estos conceptos son apropiados para muchas reacciones orgánicas de oxidación-reducción. Sin embargo, no todas las reacciones inorgánicas se ajustan a esta definición.

Con el avance del conocimiento químico, estos términos se han redefinido para ser más universales:

Oxidación: Pérdida de electrones de uno de los átomos de un compuesto (o aumento de su número de oxidación).

Reducción: Ganancia de electrones de uno de los átomos de un compuesto (o disminución de su número de oxidación).

Hoy usamos el número o estado de oxidación, como criterio para establecer si una especie se oxida o reduce.

Oxidación: Aumento en el número o estado de oxidación

Reducción: Disminución en el número o estado de oxidación

A continuación, se muestran ejemplos de reacciones redox comunes:

$$CHX_{4(g)} + 2OX_{2(g)} \rightarrow COX_{2(g)} + 2HX_2O_{(g)} \text{ (combustion del metano)}$$

$$2Cu_{(s)} + OX_{2(g)} \rightarrow 2CuO_{(s)}$$

$$6COX_{2(g)} + 6HX_2O\ (l) \rightarrow CX_6HX_{12}OX_6(s) + 6OX_{2(g)} \text{ (fotosíntesis)}$$

Típicamente, cada reacción redox se divide en dos semirreacciones. Una implica oxidación (el reactivo se oxida) y la otra, reducción (el reactivo se reduce).

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

Otros ejemplos de reacciones redox.

Desplazamiento de la plata por cobre

Es una reacción de desplazamiento simple en la que se puede ver cómo al sumergir un fragmento de cobre metálico en una disolución de nitrato de plata, el color de la disolución se torna azul y se deposita una delgada capa de plata metálica sobre el fragmento de cobre. En este caso, parte del **cobre metálico (Cu)** se transforma en el **ión Cu^{2+}**, como parte del nitrato de cobre (II) ($Cu(NO_3)_2$), cuya **disolución** tiene un lindo color azul. Por otro lado, parte del **catión Ag^+**, que forma parte del nitrato de plata ($AgNO_3$), se transforma en **plata metálica (Ag)** que se deposita.

$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(ac)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(ac)} + 2Ag_{(s)}$$

Reacción de zinc con ácido clorhídrico diluido

Aquí, el zinc desplaza al hidrógeno del HCl(ac), formando una sal.

$$Zn_{(s)} + 2HCl_{(ac)} \rightarrow ZnCl_{2(ac)} + H_{2(g)}$$

Oxidación del hierro

El **hierro metálico** se oxida al ponerse en contacto con el oxígeno del aire. Esto se ve en la vida diaria cuando sobre los objetos de hierro se forma una capa de óxido marrón al ser expuestos por mucho tiempo al aire. En esta reacción el hierro metálico (Fe), que tiene estado de oxidación 0, se transforma en **Fe^{3+}**, es decir, aumenta su **estado de oxidación** (se oxida). Por esta razón, se dice intuitiva o coloquialmente: el hierro se oxida.

$$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$$

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

Desarrollo de Actividades 📝

1. Fotoreducción (Fotosíntesis)

El CO_2 es una molécula de geometría lineal (O=C=O) inerte con una alta estabilidad termodinámica. Convertirla en otros compuestos de carbono es generalmente termodinámicamente desfavorable. A pesar de ello, hay estudios limitados sobre el impacto de la variación de irradiación en el rendimiento de la fotorreducción. A continuación, presentamos un experimento sencillo para mostrar este proceso:

🛠️Materiales	Reactivos 🧪
• 3 tubos de ensayo (de preferencia grandes) • 1 Pipeta Pasteur o gotario • Elodea (planta acuática) • Alusa foil (papel aluminio)	• Agua de la llave • Azul de Bromotimol

🕹️Procedimiento

1. Rotular los tubos de ensayo como T1, T2 y T3.
2. A cada tubo agregar agua destilada hasta la mitad aproximadamente.
3. A cada tubo de ensayo agrega aproximadamente 3 ml de Azul de Bromotimol, y mezcla-
4. Con un tubo pasteur que usarás como soplador, sopla los tubos 2 y 3-
5. Medir el pH de los tres tubos, anótalo-
6. Introducir un trozo de elodea a los tubos 2 y 3, la parte húmeda sobre la solución-
7. El tubo 3 lo envolvemos completamente con alusa foil, totalmente, para que no entre ningún rayo de luz.
8. Exponemos los tubos a la luz, al menos por una hora-
9. Retiramos la alusa del tubo 3, y comparamos los colores y el pH nuevamente-

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

Información adicional

- Azul de Bromotimol en pH Básico: **azul**
- Azul de Bromotimol en pH Neutro: **verde**
- Azul de Bromotimol en pH Acido: **amarillo**

Además:

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \left(\text{el agua en alta presencia de } CO_2 \text{ se vuelve ácida}\right)$$

$$2H_2O + O_2 \rightarrow 4\,OH\ (\text{en medio básico})$$

$$O_2 + 4\,H \rightarrow 2\,H_2O\ (\text{en medio ácido})$$

Interpretación

Cuando las plantas realizan fotosíntesis, consumen CO_2 y liberan O_2. El consumo de CO_2 debería aumentar el pH, llevando el indicador hacia el azul en presencia de luz. En ausencia de luz, la fotosíntesis no ocurre, por lo que no hay un cambio notable en el pH.

Utiliza estos datos y observaciones para concluir sobre el experimento llevado a cabo.

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

2. Zincado de una Moneda: Reacción con NaOH y Zinc

Las monedas están formadas por sustancias químicas y mediante reacciones, podemos alterar su apariencia.

🛠️Materiales	Reactivos 🧪
• Dos monedas, de cobre (pueden ser monedas de $10) • Dos vasos de precipitados de 100 mL • Mechero o placa calefactora	• Hidróxido sódico (NaOH). • Zinc en polvo o granallas (Zn).

🕹️Procedimiento

1. Disuelve una cucharadita de NaOH en 50 mL de agua en un vaso de precipitados. **(¡Precaución! Usa guantes y gafas de seguridad, ya que el NaOH es corrosivo).**
2. Añade media cucharadita de zinc en polvo o granallas de zinc a la disolución.
3. Limpia las monedas con agua y jabón. Si no están completamente limpias, se pueden lavar con HCl diluido.
4. Con pinzas, sumerge las monedas en la disolución y calienta suavemente sin que llegue a hervir.
5. Después de 4-5 minutos, la moneda cambiará de color. Transfiere la moneda a un vaso con 150 mL de agua fría usando las pinzas y luego lávala bajo el grifo.

Interpretación

El zinc reacciona con el NaOH y se disuelve parcialmente, estableciendo un equilibrio químico. Al introducir la moneda de cobre, parte del zinc disuelto se deposita sobre ella, recubriéndola con una fina capa de zinc.

$$Zn_{(s)} + 2NaOH_{(ac)} \rightarrow Na_2ZnO_2(ac) + H_{2(g)}$$

El compuesto de zinc se descompone y se forma Zn que se adhiere a la moneda.

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

3. Dorado de la Moneda Plateada

🛠️Materiales

- Moneda plateada (hecha previamente en la actividad anterior)
- Placa calefactora

🕹️Procedimiento

1. Coloca la moneda en la placa calefactora y gírala hasta que observes un cambio de color.

Interpretación

Los átomos de zinc en la moneda se reorganizan y penetran el cobre formando una aleación conocida como "latón", que tiene un color dorado.

Valoración REDOX

La valoración REDOX es un procedimiento experimental que permite determinar la concentración de una sustancia oxidante o reductora mediante su reacción con otra sustancia de concentración conocida.

Equivalente en REDOX: Es la cantidad de una sustancia que puede ganar o perder un mol de electrones durante una reacción redox.

Valencia o Valencia Equivalente: Es el número de electrones que una sustancia puede ganar o perder por molécula durante una reacción redox.

$$n°\ eq\ =\ n°\ moles\ \times\ valencia\ eq$$

$$eq\ =\ n\ \times\ v$$

Donde:

- $n\ =\ \frac{gr}{PM}$
- $eq\ =\ \frac{gr}{PM}\ \times\ v$

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

Para una titulación REDOX:

$$Nox \times Vox = Nred \times Vred$$

Este concepto es esencial para realizar valoraciones redox y determinar la concentración desconocida de una sustancia.

Observaciones y recopilación de datos 📊

---

4. Determinación de la Concentración de Peróxido de Hidrógeno en Agua Oxigenada Mediante Permanganometría

Determinemos la concentración en H2O2 de un agua oxigenada comercial, mediante una permanganometría en medio ácido, dándose la reacción:

$$KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Mn\,SO_4 + O_2 + K_2SO_4 + H_2O$$

(Nota: Asegúrate de que la ecuación esté correctamente balanceada)

🛠️Materiales	Reactivos 🧪
• Pipeta o gotario • Bureta • Probeta • Erlenmeyer o vaso de precipitados	• Disolución 0,1N de KMnO4. • H2O2 comercial. • H2SO4.

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

🕹️Procedimiento

1. Llena la bureta con la disolución 0,1N de KMnO4.
2. Añade una cantidad exactamente medida de agua oxigenada comercial, por ejemplo, 20 ml, al matraz Erlenmeyer usando una pipeta. A continuación, acidifícala con unas gotas de ácido sulfúrico (H2SO4).
3. Titula poco a poco con la solución de KMnO4 desde la bureta, agitando continuamente. Detén la adición cuando observes que la tonalidad rosácea del permanganato no desaparece y permanece un débil color rosado; este es el punto final de la valoración. Anota el volumen de KMnO4 gastado (V).

Evaluación 📝

A. Señala la especie oxidante y la reductora en la reacción entre KMnO4, H2O2 y H2SO4. Luego, ajusta y balancea la reacción química.

B. ¿Cuál es la valencia con la que actúa el ion permanganato (MnO_4^-) en la reacción? Además, confirma la concentración molar de la solución de KMnO4 utilizada en la valoración.

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

C. Dado que se han utilizado 10 ml de la solución de KMnO4 (permanganato potásico) en la valoración, calcula:

1. Los equivalentes redox de H2O2 y KMnO4 que han reaccionado.

2. La concentración molar del agua oxigenada comercial utilizada en la prueba.

---

5. Semáforo Químico: Indicadores REDOX

Un indicador redox general es un compuesto que cambia de color cuando pasa de su forma oxidada a reducida o al contrario. La semirreacción a la que se debe el cambio de color puede escribirse como:

$$In(ox) + ne^{-} \rightleftharpoons In(red)$$

Este cambio de color es reversible. Los indicadores redox pueden ser bicolores o monocolores. Ejemplos comunes incluyen el azul de metileno, el rojo neutro y el carmín índigo. En valoraciones, el punto en el que el indicador cambia de color se llama punto final, que suele estar próximo al punto de equivalencia.

Realizaremos el práctico con carmín índigo, un colorante que también actúa como indicador de pH y redox.

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

🛠️Materiales	Reactivos 🧪
• 2 vasos de precipitado de 250 ml • 2 varillas de vidrio • Agua destilada • Gotero • Matraz Erlenmeyer de 250 ml con tapón	• 2 gr de NaOH • 4 gr de Glucosa (Dextrosa) • Solución diluida de Carmín Índigo

🕹️Procedimiento

3. En un vaso de precipitado, disuelve 2 gr de NaOH en aproximadamente 200 ml de agua destilada a temperatura ambiente. Agita con una varilla de vidrio.
4. En otro vaso, disuelve 4 gr de Glucosa en aproximadamente 250 ml de agua destilada.
5. Agrega 4 gotas de solución de carmín índigo al vaso con glucosa disuelta. Anota el color observado.
6. Luego, agrega lentamente la solución de NaOH al vaso con glucosa mientras agitas. Registra el cambio de color y observa por unos minutos.
7. Agrega varias gotas más de carmín índigo hasta que la solución se torne roja. Observa cualquier cambio.
8. Transfiere el contenido al matraz Erlenmeyer, tápalo y agítalo. Observa los cambios de color.

El Carmín Índigo en estado oxidado es verde, en estado reducido es amarillo y en un estado intermedio es rojo.

Evaluación 📝

A. ¿Qué es un indicador redox y cómo difiere de un indicador ácido-base?

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

B. Describe los cambios de color que observaste cuando agregaste carmín índigo a la glucosa.

C. Basándote en la actividad, ¿en qué estado (oxidado o reducido) se encontraba el carmín índigo inicialmente al añadirlo a la glucosa? Justifica tu respuesta.

D. ¿Por qué es importante agregar lentamente la solución de NaOH al vaso con glucosa y carmín índigo?

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

6. Reacción con nitrato de plata

Cuando una solución de nitrato de plata ($AgNO_3$) entra en contacto con alambre de cobre (Cu), se produce una reacción redox. En esta reacción, el cobre se oxida (pierde electrones) mientras que los iones de plata se reducen (ganan electrones). Como resultado, se observa la formación de un precipitado plateado en el alambre de cobre debido a la deposición de plata metálica. A través de este experimento, podremos visualizar y comprender la naturaleza de las reacciones redox y cómo ocurren en soluciones acuosas.

🛠️Materiales	Reactivos 🧪
• Tubo de ensayo. • Gradilla para tubos de ensayo. • Agitador o varilla de vidrio. • Lápiz (para ayudar a enrollar el alambre de Cu). • Gafas de seguridad. • Guantes de laboratorio.	• Alambre de cobre (Cu). • Nitrato de plata ($AgNO_3$). • Agua destilada.

🕹️Procedimiento

1. Prepara 100 ml de Nitrato de Plata disolviendo 1.7 gr en 100 ml de agua. Reservar.
2. En un tubo de ensayo, coloca 5 a 10 mL de la solución preparada de $AgNO_3$.
3. Sumerge un alambre de Cu previamente enroscado (puedes ayudarte con un lápiz para enrollarlo). Asegúrate de dejar una considerable longitud de Cu por fuera del tubo para poder observar cualquier cambio.
4. Deja el tubo de ensayo en reposo por al menos una hora.

Escribe la reacción Redox

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

Evaluación 📝

A. ¿Qué significa que un elemento se oxide y qué significa que se reduzca?

B. Describe cualquier cambio visual que notes en el alambre de cobre después de sumergirlo en la solución de $AgNO_3$.

C. ¿Por qué se forma un recubrimiento en el alambre de cobre después de sumergirlo en la solución de nitrato de plata?

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

D. Dado que la reacción entre el cobre y el nitrato de plata es una reacción redox, ¿qué papel juegan el cobre y el nitrato de plata en esta reacción en términos de oxidante y reductor?

---

7. Reacción con dicromato de potasio

El dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) es un agente oxidante fuerte, especialmente en presencia de ácido sulfúrico. En este experimento, observaremos la reacción del dicromato de potasio con alcohol etílico en un medio ácido. Esta reacción es una demostración clásica de una reacción redox en la que el alcohol se oxida a ácido acético. Además, veremos los efectos de neutralización al añadir bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) a la mezcla.

🛠️Materiales

- Tubos de ensayo.
- Gradilla para tubos de ensayo.
- Agitador o varilla de vidrio.
- Mechero Bunsen o una fuente de calor similar.
- Pinzas para tubos de ensayo o soporte universal.
- Pipetas graduadas o probetas para medir líquidos con precisión.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de laboratorio.

Reactivos 🧪

- Alcohol etílico (etanol).
- Solución de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) al 5%.
- Solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 10%.
- Solución de bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) al 5%.
- Agua destilada (para enjuague o dilución si es necesario).
- Papel pH (opcional).

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

🕹️Procedimiento

1. En un tubo de ensayo, mide y añade 2 mL de alcohol etílico.
2. Añade 2 mL de solución de $K_2Cr_2O_7$ al 5% y 5 gotas de H_2SO_4 al 10% a la misma.
3. Agita la mezcla y luego caliéntala. Observa e interpreta lo ocurrido.
4. Una vez que se haya enfriado el tubo de ensayo, añade 2 mL de solución de $NaHCO_3$ al 5% a la mezcla y observa.

Evaluación 📝

A. ¿Por qué se considera al dicromato de potasio como un fuerte agente oxidante, especialmente en medio ácido?

B. Describa cualquier cambio de color o liberación de gas observado durante el calentamiento y después de la adición de $NaHCO_3$.

C. ¿Qué sustancia es oxidada y cuál es reducida durante la reacción del alcohol con el dicromato de potasio?

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

D. El bicarbonato de sodio se usa comúnmente como un agente neutralizante. ¿Por qué crees que se produjo una reacción al añadir $NaHCO_3$ a la mezcla?

---

8. Espejo de Plata 🪞

La química nos permite ver transformaciones impresionantes a nivel molecular. En esta actividad, utilizaremos reacciones químicas simples para convertir soluciones transparentes en una superficie que refleja como un espejo. Usando $AgNO_3$ y otros reactivos comunes, crearemos un espejo de plata en un vaso de laboratorio.

🛠️Materiales	Reactivos 🧪
• Balón de 100 ml con fondo plano. • Vaso de 250 ml. • Matraz aforado de 100 ml. • Embudo de vidrio. • Agitador o varilla de vidrio.	• Glucosa. • 10 ml de NaOH 1 M (hidróxido de sodio). • 1 gr de $AgNO_3$ (nitrato de plata). • Amoniaco (NH_3).

🕹️Procedimiento

1. En el vaso de 250 ml, disuelve 1 gr de $AgNO_3$ en un mínimo de agua, agitando continuamente.
2. Agrega los 10 ml de NaOH 1 M al vaso, agitando con cuidado. Observa la formación del precipitado de óxido de plata (Ag_2O).

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

3. Una vez formado el precipitado, agrega amoniaco gota a gota, agitando tras cada adición, hasta que el precipitado se disuelva por completo. Así, obtendrás el reactivo de Tollens: $[Ag(NH_3)_2]^+$.
4. En el balón de 100 ml, coloca aproximadamente 30 ml de glucosa diluida.
5. Con ayuda del embudo, agrega la solución de Tollens preparada al balón con glucosa. Agita la mezcla.

Observaciones y recopilación de datos 📊

✏️Comentarios:	🖋️Esquema:

Reacciones involucradas

- $2\ AgNO_3(aq) + 2\ NaOH(aq) \rightarrow Ag_2O(s) + 2\ NaNO_3(aq) + H_2O(l)$
- $Ag_2O(s) + 4\ NH_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow 2\ [Ag(NH_3)_2]^+(aq) + 2\ OH^-(aq)$
- $2\ [Ag(NH_3)_2]^+(aq) + R\text{-}CHO + 3\ H_2O \rightarrow 2\ Ag(s) + R\text{-}COOH + 4\ NH_3(aq)$

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

Evaluación 📝

A. ¿Cuál es la principal observación después de añadir la solución de Tollens a la glucosa diluida?

B. Explica el proceso químico detrás de la formación del espejo de plata en el interior del balón.

C. Si se utiliza otro azúcar reductor en lugar de glucosa, ¿esperarías ver un resultado similar? Justifica tu respuesta.

D. Analiza y compara las tres reacciones químicas proporcionadas. ¿Qué papel juega el reactivo de Tollens en la formación del espejo de plata?

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

Copyright © Todos los derechos reservados a Prodelab limitada.

PRODELAB

Aprendizaje A través de la **Experiencia**