HORIZON ENERGY CURRICULUM



Vehículo de Hidrógeno

Química - Redox

PRODELAB
Equipamiento de Educación

Aprendizaje
A través de la
Experiencia

Conservación y transformación de la energía

Estándares científicos de la próxima generación

NGSS Prácticas de Ciencia e Ingeniería:

- [x] Formular preguntas y definir problemas
- [ ] Desarrollar y utilizar modelos
- [x] Planificación y realización de investigaciones
- [x] Analizar e interpretar los datos
- [ ] Utilizar las matemáticas y el pensamiento computacional
- [x] Construir explicaciones y diseñar soluciones
- [ ] Argumentar a partir de pruebas
- [x] Obtener, evaluar y comunicar información

Conceptos transversales de las NGSS:

- [ ] Patrones
- [ ] Causa y efecto
- [ ] Escala, proporción y cantidad
- [ ] Sistemas y modelos de sistemas
- [x] Energía y materia
- [ ] Estructura y función
- [x] Estabilidad y cambio

Ideas básicas disciplinarias de las NGSS:

- [x] PS1.B: Reacciones químicas

Tiempo de preparación inicial

Aprox. 10 min. por aparato

Hora de la lección

1- 2 periodos lectivos, en función de los experimentos realizados

Requisitos de montaje

- Tijeras
- Destornillador de estrella pequeño

Materiales (para cada grupo de laboratorio):

- Kit científico vehículo de celda de combustible Horizon
- Agua destilada
- Pila AA
- Cronómetro
- Horizon Renewable Energy Monitor o multímetro (opcional)

Copyright © Todos los derechos reservados a Horizon Educational Group

Conservación y Transformación de la Energía

Configuración del laboratorio

- Asegúrate de reservar tiempo suficiente para montar los vehículos de celda de combustible antes de empezar esta actividad. Para montar los vehículos necesitarás pilas AA, tijeras, una regla, un destornillador pequeño de cabeza Philips y agua destilada en abundancia. Consulta la Guía de montaje del kit científico de vehículos de celda de combustible para ver las instrucciones de montaje completas.
- Ten en cuenta que la membrana de la celda de combustible PEM no debe secarse. Lo mejor es guardarla en una bolsa de plástico entre uso y uso. Antes de que los alumnos utilicen la pila, asegúrate de que está llena de agua y de que los dos pequeños trozos de tubo están conectados.
- Algunas de las piezas del vehículo son bastante pequeñas (como los tapones de los tubos) y pueden perderse con facilidad. Disponer zonas de recursos en las mesas de laboratorio con recipientes etiquetados para las piezas de cada grupo puede evitar la pérdida de estas piezas pequeñas y ayudar a mantener separadas las piezas del kit de cada grupo.
- Si no tiene acceso a un multímetro o a un Monitor de Energías Renovables Horizon, omita la sección Mediciones de esta actividad.

Seguridad

- Las baterías pueden cortocircuitarse y calentarse si los contactos rojo y negro se tocan mientras la unidad está encendida. Asegúrese de mantenerlos apagados cuando no estén en uso.
- El uso de agua dela llave en lugar de agua destilada acortará considerablemente la vida útil de las celda de combustible. El agua destilada se puede encontrar en la mayoría de las farmacias o droguerías.
- Hacer pasar corriente eléctrica a través de celda de combustible secas o conectar las baterías al revés puede destruir las celda de combustible. Asegúrese de conectar siempre el rojo con el rojo y el negro con el negro.
- Ten cuidado con los derrames de agua, y no te sorprendas si alguien intenta iniciar una pelea de agua con jeringuillas.

Notas sobre los vehículos de Celda de combustible

- Puede que las ruedas delanteras del vehículo no toquen el suelo si las ruedas motorizadas sobresalen demasiado, pero eso no debería afectar al rendimiento del vehículo.
- Aunque el vehículo puede detectar y esquivar los objetos con los que choca, no detectará el borde de una mesa. Puede ser mejor ponerlos en el suelo cuando llegue el momento de hacerlos correr.

Problemas comunes

- Si el rendimiento disminuye, purgue las celda de combustible abriendo los tapones de los tubos para que salga el aire atrapado.
- Si el nivel de agua no cambia después de purgar las celdas, asegúrese de que los huecos de la base de los cilindros interiores están abiertos para que el agua pueda llenarlos.

Copyright © Todos los derechos reservados a Horizon Educational Group
Traducido y Distribuido por Prodelab ltda. Concepción, Chile.

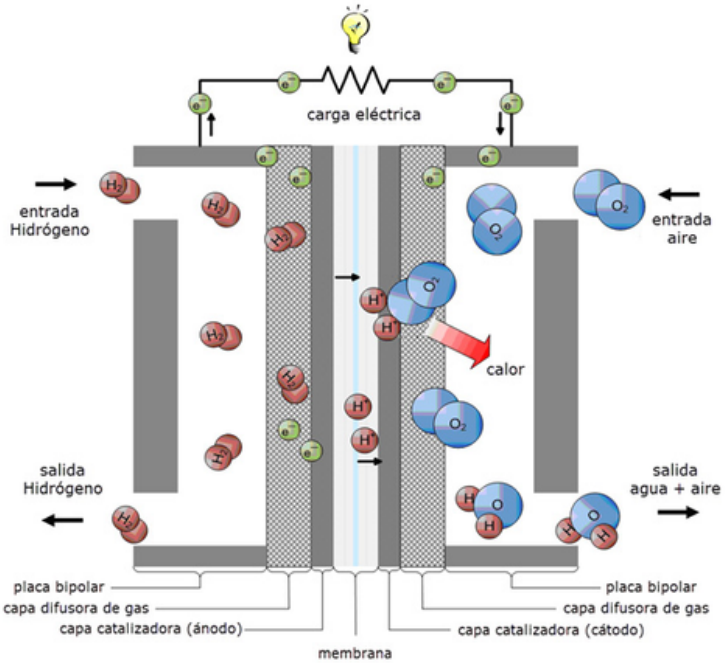
Conservación y transformación de la energía

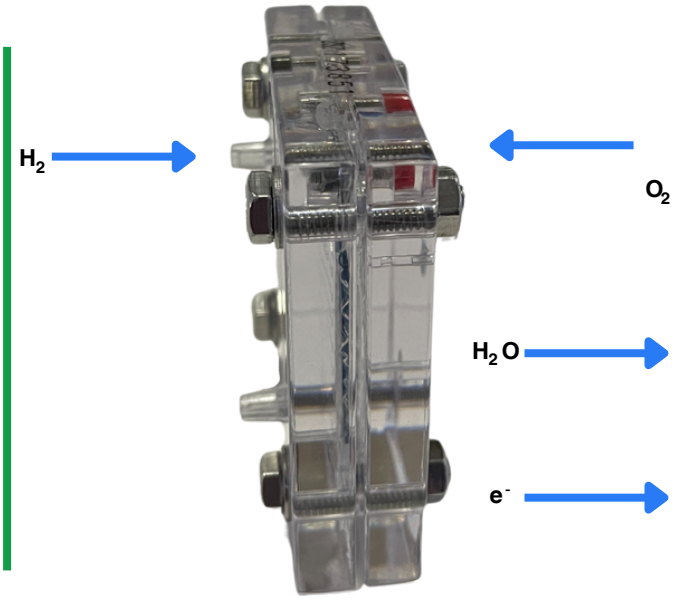
Objetivos

- Entender cómo funcionan las reacciones redox
- Realizar una reacción de electrólisis
- Hacer cálculos a partir de los datos



Contexto





Para cada acción, hay una reacción igual y opuesta, incluso a nivel atómico. Cuando los electrones viajan entre los átomos, se producen reacciones opuestas: reducción y oxidación. La **reducción** tiene lugar cuando un átomo gana un electrón (el electrón negativo reduce el estado de oxidación general del átomo), mientras que la **oxidación** tiene lugar cuando un átomo pierde uno. Por tanto, el movimiento de un solo electrón entre átomos requiere ambas reacciones. Como son dos mitades de una reacción mayor, a menudo se denominan colectivamente reducción-oxidación o redox.

Copyright © Todos los derechos reservados a Horizon Educational Group
Traducido y Distribuido por Prodelab ltda. Concepción, Chile.

Conservación y transformación de la energía

La palabra "oxidación" se utilizó por primera vez para describir una reacción real con el oxígeno, que fue uno de los primeros reactivos oxidantes reconocidos por los científicos. Incluso cuando se descubrió que otras sustancias se comportaban de forma similar, el término se mantuvo. Ahora, cualquier cosa que provoque la **pérdida de electrones** se considera un oxidante.

El término "reducción" significaba originalmente la **pérdida física de masa** que se producía cuando un mineral metálico, como el óxido de metal, se calentaba para extraer el metal. Se "reducía" una masa mayor de mineral para obtener el metal puro. Más tarde, los científicos se dieron cuenta de que los átomos de metal ganaron electrones durante el proceso, por lo que ahora cualquier **ganancia de electrones** se denomina reducción.

Una **reacción redox** sencilla puede demostrarse mediante la **electrólisis** del agua, descomponiéndola en hidrógeno y oxígeno, lo que puede conseguirse haciendo pasar una corriente eléctrica por el agua. Una celda de combustible reversible puede lograr esto, a la vez que es capaz de invertir la reacción y generar una corriente eléctrica mientras **recombina** el hidrógeno y el oxígeno en agua.

Las semirreacciones de oxidación y reducción tienen lugar en dos electrodos: el **ánodo** y el **cátodo**. El ánodo es el electrodo positivo, donde los electrones salen del agua y aparece el gas oxígeno. El cátodo es el electrodo negativo, donde los electrones entran en el agua y aparece el gas hidrógeno.

Los protones de hidrógeno pueden atravesar la membrana entre el ánodo y el cátodo, uniendo los electrones que han viajado por el cable hasta el otro lado.

En las reacciones redox, escribimos los electrones en las semirreacciones para poder equilibrarlas no sólo por los átomos, sino también por las cargas eléctricas. Las semirreacciones de la electrólisis son las siguientes:

Cátodo (reducción):
$2\ H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2\ OH^-(aq)$

Ánodo (oxidación):

$4\ OH^-(aq) \rightarrow O_2(g) + 2\ H_2O(l) + 4\ e^-$

¿Cómo funciona una reacción redox y cómo puede utilizarse como fuente de energía? Durante esta actividad intentaremos utilizar las reacciones redox para alimentar un coche de celda de combustible.

Conservación y transformación de la energía

1. La celda de combustible lleva la etiqueta H2 y O2 en cada lado. ¿Qué lado es el cátodo? ¿Cuál es el ánodo? ¿Cómo lo sabes?

2. Una vez que la celda de combustible comience a producir gas hidrógeno y oxígeno a partir del agua, necesitaremos atrapar los gases para poder utilizarlos en la reacción inversa. ¿Cómo se pueden atrapar los gases utilizando los materiales proporcionados?

3. Conociendo sus medias reacciones, ¿dónde debe introducirse el agua en la celda de combustible? ¿Importa en qué lado? ¿Importa que el agua se inyecte en la salida superior o inferior?

4. ¿Cómo podemos saber la cantidad de gas que ha generado nuestra reacción?

5. ¿Importa la forma en que el paquete de baterías está unido a la celda de combustible? ¿Por qué sí o por qué no?

6. Si estás preparado para capturar los gases producidos por la celda de combustible, coloca el paquete de baterías. Observa lo que ocurre y anota tus observaciones a continuación.

Copyright © Todos los derechos reservados a Horizon Educational Group
Traducido y Distribuido por Prodelab ltda. Concepción, Chile.

Conservación y transformación de la energía

Observaciones

Experimentación

1. Has producido hidrógeno y oxígeno a partir del agua. Ahora, conecta la celda de combustible al motor. ¿Qué es lo que ocurre?

Los alumnos deben darse cuenta de que el motor empieza a funcionar y pueden tomar nota de cualquier aspecto concreto del funcionamiento del vehículo: el sonido del motor, el parpadeo de los LED, cuando el vehículo gira o retrocede, cuánto tiempo funciona, etc.

2. Escribe la reacción equilibrada para la recombinación de hidrógeno y oxígeno que aparece a continuación:

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

3. Genera más hidrógeno y oxígeno utilizando la pila de combustible, como antes. ¿Cuál es el volumen de hidrógeno producido?

Los estudiantes deben utilizar las marcas de mL en los cilindros para responder. Las respuestas variarán, pero no deben superar los 10 mL.

Copyright © Todos los derechos reservados a Horizon Educational Group
Traducido y Distribuido por Prodelab ltda. Concepción, Chile.

Conservación y transformación de la energía

4. ¿Cuál es la relación entre el hidrógeno y el oxígeno generado? ¿Coincide tu medición con la proporción teórica?

Las respuestas deben ser aproximadamente 2:1 para que coincidan con la proporción teórica.

5. Suponiendo una temperatura y presión estándar, ¿cuántos moles de hidrógeno gaseoso has generado? ¿Cuántas moléculas de hidrógeno hay en tu cilindro?

Los alumnos deben utilizar la Ley de los Gases Ideales (PV = nRT) y su medida de volumen de arriba.

6. ¿Cómo maximizarías el rendimiento de esta reacción? Diseña un experimento que puedas llevar a cabo para aumentar la cantidad de hidrógeno y oxígeno que produces. Describe tu experimento a continuación.

Cambiar la presión/temperatura del agua/gases, construir una pila de combustible con diferentes materiales, cambiar las características o los materiales del ánodo/cátodo, etc., son todas ideas que podrían ponerse a prueba. Los estudiantes deben identificar los montajes de control y experimentales, y definir la variable a probar.

Copyright © Todos los derechos reservados a Horizon Educational Group
Traducido y Distribuido por Prodelab ltda. Concepción, Chile.

Conservación y transformación de la energía

Medición

Para esta sección, necesitará un multímetro o el Monitor de Energías Renovables Horizon.

1. Mide la corriente en amperios y la voltaje en voltios mientras se genera hidrógeno y oxígeno. Anota tus respuestas a continuación:

(Las respuestas variarán, pero comprueba que estén dentro de lo razonable, es decir, que no sean de 100 V o >1 A).

Corriente: _____ A

Voltaje: _____ V

2. Una ampere es equivalente a 6,242x10^18 electrones por segundo, ¿cuántos electrones estaban fluyendo a través de tus cables mientras generabas hidrógeno?

(Amperes del anterior) x (6,242x10^18) x (Segundos del anterior)

3. Si llenas el cilindro, ¿cuántos moles de hidrógeno has producido? ¿Cuántos átomos de hidrógeno serían?

Los alumnos deben utilizar la Ley de los Gases Ideales (PV = nRT) y el volumen de la botella para hallar los moles. Esa respuesta se multiplica luego por el número de Avogadro para obtener el número de átomos.

Copyright © Todos los derechos reservados a Horizon Educational Group
Traducido y Distribuido por Prodelab ltda. Concepción, Chile.

Conservación y transformación de la energía

4. ¿Corresponde cada electrón que pasa por tu cable a un átomo de hidrógeno producido por esta reacción? Explica tu razonamiento.

Compara el número de electrones calculado anteriormente con el número de átomos calculado. ¿Son aproximadamente equivalentes?

Análisis

1. Haz una afirmación científica sobre lo que has observado mientras funcionaba la celda de combustible.

La afirmación debe hacer referencia a las reacciones de electrólisis y síntesis que observaron.
Ejemplo: "La estequiometría predice con precisión las proporciones de los productos en la electrólisis".

2. ¿Qué pruebas tiene para respaldar su afirmación científica?

Las pruebas deben citar los datos en las secciones de Observaciones y/o Experimentación.
Ejemplo: "Medimos 10mL de hidrógeno y 5 mL de oxígeno de nuestra reacción".

3. ¿Qué razonamiento has utilizado para apoyar tu afirmación?

El razonamiento puede basarse en la sección de Antecedentes y/o en otros materiales utilizados en clase.
Ejemplo: "Sabemos por la fórmula química del agua que la relación H:O debe ser 2:1".

Copyright © Todos los derechos reservados a Horizon Educational Group
Traducido y Distribuido por Prodelab ltda. Concepción, Chile.

Conservación y transformación de la energía

Conclusiones

1. Utilizando las ecuaciones del cátodo y del ánodo de la sección Antecedentes, ¿cuál sería la reacción global durante la electrólisis?

$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$

2. ¿La síntesis de hidrógeno y oxígeno requiere más energía de activación que la reacción de electrólisis?

Los alumnos deben citar los datos y/o materiales utilizados en clase para apoyar su respuesta.

3. Describe la forma en que se mueven los electrones durante las reacciones de electrólisis y recombinación en la pila de combustible. ¿Qué lado de la pila es el ánodo y cuál es el cátodo en cada reacción?

Los alumnos deben reconocer que el ánodo y el cátodo se "voltean" durante las diferentes reacciones porque los electrones fluyen en dos direcciones diferentes.

Copyright © Todos los derechos reservados a Horizon Educational Group
Traducido y Distribuido por Prodelab ltda. Concepción, Chile.