

Guía Experimental 6

Celdas de Combustible

1. Introducción

En esta oportunidad se usarán Celdas de Combustible, las que producen Energía Eléctrica a partir de Hidrógeno y Oxígeno, en 2 actividades de laboratorio.

1.1 ¿Qué es una Celda de Combustible?

Una Celda de Combustible es un dispositivo electroquímico que combina Hidrógeno y Oxígeno para generar electricidad, produciendo Agua y Calor como productos complementarios.

1.2 ¿En qué se diferencia con una Batería o Pila?

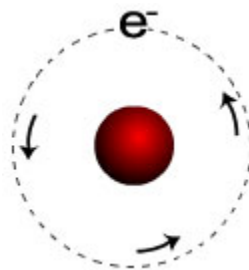
La diferencia fundamental entre una Celda de Combustible y una batería, es que una Celda de Combustible puede funcionar todo el tiempo mientras se le esté administrando combustible (hidrógeno) externamente, mientras que una Batería tiene una capacidad limitada para guardar químicos, y por lo tanto una vez que se acaban estos químicos la batería ya no puede seguir funcionando.

Una Celda de Combustible está diseñada para ser reabastecida de combustible continuamente.

Además, los electrodos en una batería reaccionan y cambian según como esté de cargada o descargada; en cambio, en una celda de combustible los electrodos son catalíticos y relativamente estables.

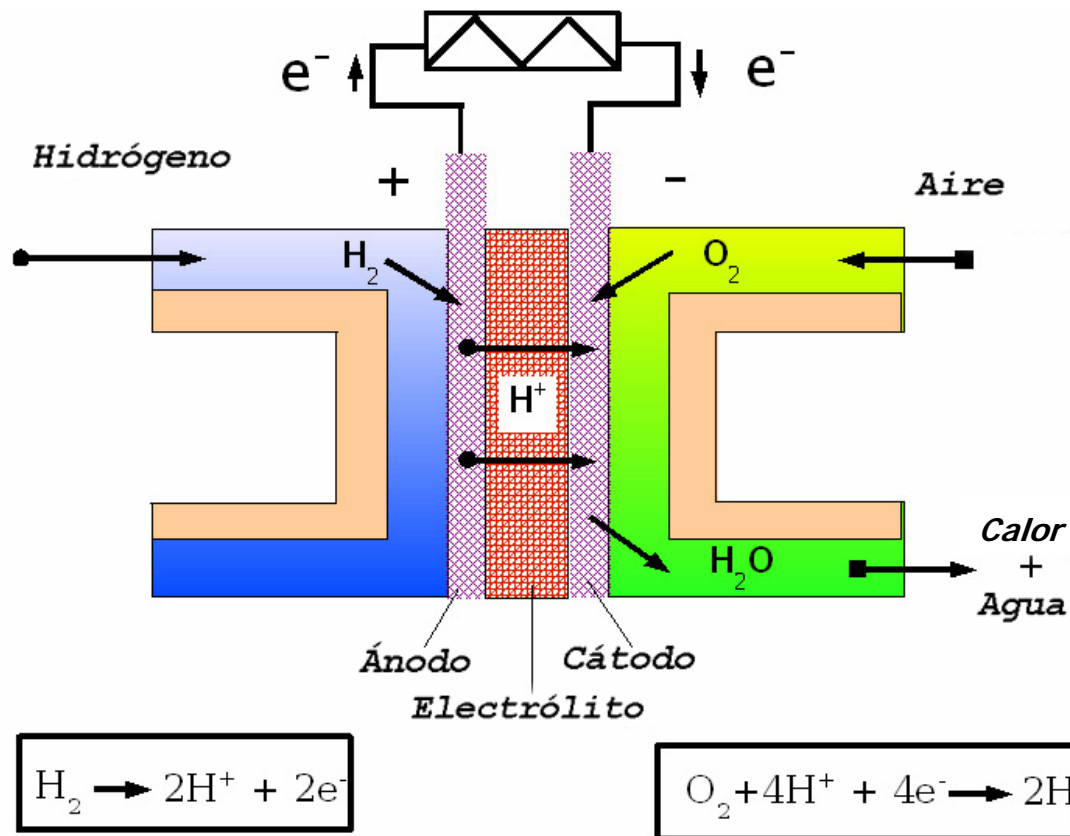
1.3 ¿Cómo funciona una Celda de Combustible?

El átomo de Hidrógeno se compone de 1 electrón y 1 protón. No posee neutrones.



El electrón gira en torno al protón mientras el átomo esté en equilibrio.

Una celda de combustible está compuesta por 1 ánodo, 1 cátodo y 1 electrolito. La disposición física de estas componentes pueden verse en la figura adjunta, pero básicamente el ánodo y el cátodo están unidos mediante el electrolito y un cable conductor de electricidad.



Se hace incidir Hidrógeno por el ánodo, el cual al enfrentarse al electrolito debido a un catalizador separa el átomo de Hidrógeno en electrón y protón. Con esta división el protón pasa a través del electrolito, el cual no es conductor de electricidad y por lo tanto el electrón debe pasar por el cable conductor, creando así una corriente eléctrica que puede ser aprovechada para suministrar energía eléctrica a distintos consumos.

A atravesar el electrolito, tanto el electrón como el protón vuelven a juntarse, pero esta vez se hace ingresar Oxígeno al Cátodo y por lo tanto se genera agua (H_2O). Estas reacciones químicas también generan calor al romper y crear enlaces entre partículas subatómicas y átomos.

1.4 Un poco de Historia...

En 1838, el sueco Christian Friedrich Schönebin da a conocer el funcionamiento de la Celda de Combustible. Trabajo publicado en Enero de 1839 en la "Philosophical Magazine". En esta publicación se da a conocer que el primer desarrollador de la celda de combustible fue Sir William Grove, científico Galés.

Sin embargo, no fue sino hasta 1959 cuando el ingeniero británico Francis Thomas Bacon pudo desarrollar efectivamente una celda de combustible inmóvil de 5 kV. El mismo año se construyó un tractor usando una celda de combustible mostrado en las ferias nacionales de Estados Unidos. De aquí en adelante ingenieros y científicos del mundo entero comenzaron a utilizar las celdas de combustible en distintos experimentos para probar su eficiencia y rendimiento como fuente de energía.

El alcance de las celdas de combustible es tan importante para el mundo científico que incluso se han llegado a usar en experimentos y en proyectos reales en la NASA. Dentro de las más importantes es posible destacar las misiones espaciales Gémini V, Apollo, Apollo-Soyuz, Skylab y el Transbordador.

1.5 Aplicaciones

Aparte de las importantes aplicaciones en la NASA, la celda de combustible se ha probado en numerosos experimentos alrededor del mundo.

Una de las principales aplicaciones para las celdas de combustibles se debe a su compatibilidad con la energía solar, la que es generación de energía en lugares remotos donde las redes de electricidad no llegan. Además su pequeño tamaño, limpieza y comodidad lo hacen un equipo de generación muy cómodo de usar.

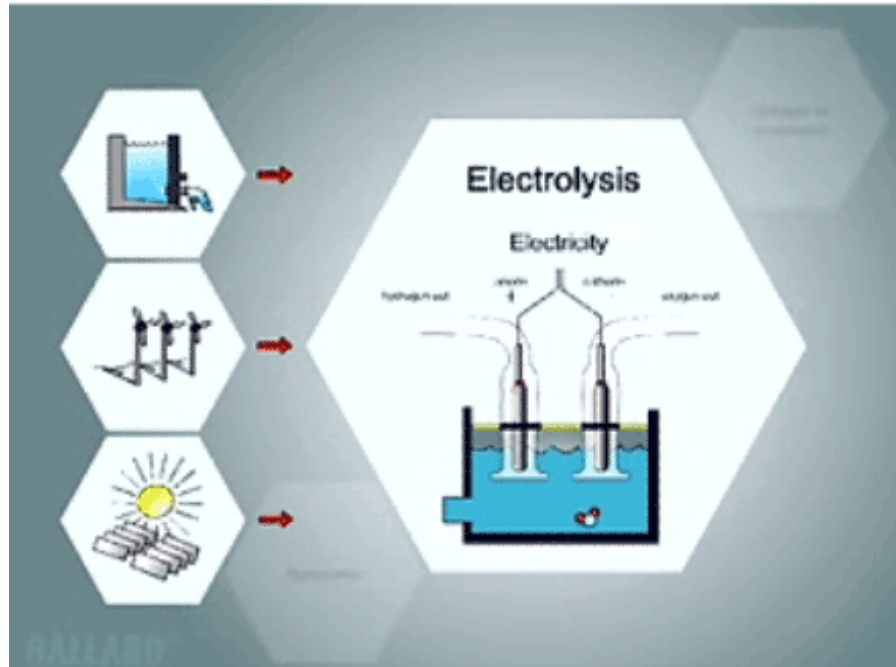
Además de la energía eléctrica entregada por estas Celdas, es posible también aprovechar el calor emitido por ellas para viviendas familiares, edificios de oficinas, empresas, etc. Para estos propósitos normalmente se usan celdas de combustible de ácido fosfórico como electrolito, ya que generan una eficiencia combinada casi del 80%.

Estos aparatos son usados también para generar electricidad constantemente por si existen fallas o averías en la red de alimentación tradicional. Son usadas también para alimentar motores eléctricos de distintos medios de transporte en importantes empresas mundiales, entre ellas Chrysler, Ford, General Motors, Ballard, etc, solo en Estados Unidos y Canadá.

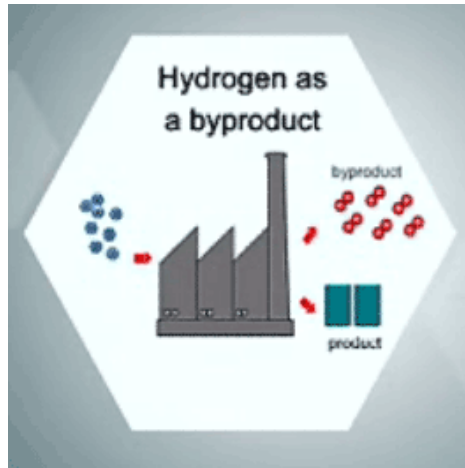
Pero... ¿De dónde sacamos el Hidrógeno?

Una de las formas más simples de obtener este combustible, es separando la molécula de agua (H_2O), en Hidrógeno y Oxígeno. Este proceso, llamado Electrólisis, usa placas polarizadas para separar ambos gases.

Para que suceda este proceso, es posible alimentar el Electrolizador mediante energía mareomotriz, eólica o solar, es decir, usando energías renovables.

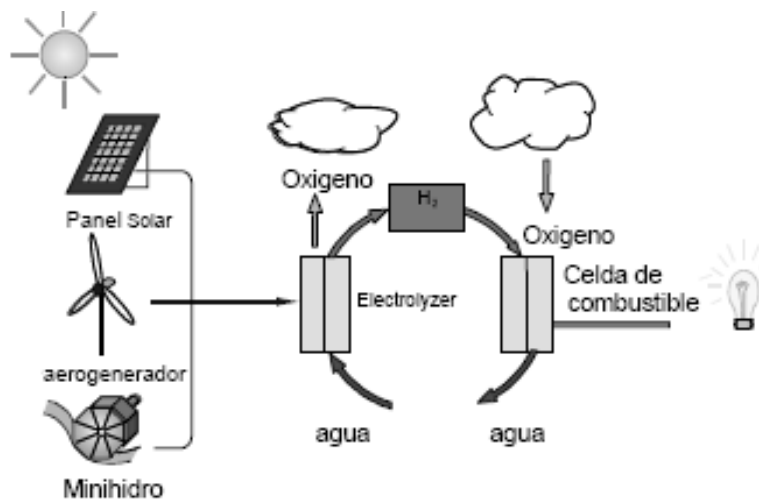


También es posible obtener este combustible como un producto secundario de un proceso específico, como por ejemplo, fábricas de producción masiva. Es posible también obtener este gas de distintos tipos de algas, pero es el método internacionalmente menos utilizado.



1.5 Ciclo de Generación de Energía Eléctrica

Como se dijo antes, se puede obtener Hidrógeno separando agua en sus 2 átomos fundamentales que puede ser usado para alimentar una celda de combustible, y usando Hidrógeno y Oxígeno en las celdas de combustible se produce agua como producto secundario, por lo tanto es posible crear un ciclo de Generación de Energía que solo se acaba si la fuente generadora que polariza el electrolizador se acaba. Esta fuente puede ser un Panel Solar, un Aerogenerador, un Minihidro o una simple fuente de voltaje continuo.



¡¡Energía totalmente Renovable!!

1.6 Ventajas y Desventajas

Ventajas:

- No tiene emisiones contaminantes, sólo calor que puede ser reutilizado.
- No emite sonidos y así también evita contaminación acústica.
- No hay vibraciones en el equipo al usar esta tecnología.
- Gran eficiencia de conversión a energía eléctrica (40% - 60%)
- Nunca se acaba.
- No es necesario trasladar energía eléctrica grandes distancias.

Desventajas:

- Como en todo, aun cuando esta tecnología tiene muchísimas ventajas comparado con las que se usan actualmente, la mayor razón de no usarla es su COSTO. Sin embargo, se espera que en el cercano tiempo estos costos hayan bajado tanto como para implementar la tecnología a nivel mundial.

2. Elementos a Utilizar:

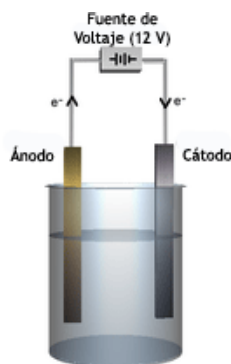
- Frasco transparente.
- Láminas de cobre.
- Kit Celdas de Combustible y Electrólisis.
- Multímetro.
- Fuente de Voltaje.
- Cables.
- Auto pequeño con celda de combustible.

Consulte a su auxiliar si hace falta alguno de estos materiales.

3. Actividad Experimental 1: Electrólisis

Se pretende en esta actividad mostrar la obtención de hidrógeno mediante una experiencia básica como lo es la Electrólisis.

1. Llene el frasco con agua e introduzca 2 láminas de cobre. Conecte ambas láminas a una fuente de voltaje, entregando 12 V. ¿En qué placa debiera acumularse Oxígeno y en cual Hidrógeno?



Explique que observa al realizar esta configuración. ¿Qué elementos se acumulan en torno a las láminas?, ¿Qué haría para guardar los gases? (Recuerde el Experimento de Grove)

4. Actividad Experimental 2: Auto a Celda de Combustible

El objetivo de esta actividad es obtener energía a partir de una Celda de Combustible para luego hacer mover un pequeño motor de un auto de juguete.

1. Llene los recipientes marcados de Oxígeno e Hidrógeno con agua hasta la marca de 0 ml con Agua Destilada. ¿Por qué no puede ser agua de la llave?. Arme el sistema Auto – Celda.
Usando una fuente de voltaje, alimente las placas de la celda con un voltaje tal que la corriente nunca sea mayor a 450 mA (NO PASAR ESTE LÍMITE). Anote lo que sucede en la Celda.
En particular comente que sucede con la magnitud de la corriente mientras la Celda guarda los gases.
¿De qué otra forma alimentaría las placas para obtener el mismo resultado?

Deje de alimentar las placas cuando la marca de agua alcance los 10 ml en ambos recipientes. Desconecte los cables de la fuente.

Anote el tiempo de descarga de la celda.

$$t_{\text{descarga}} = \quad [\text{s}]$$

6. Dibuje la curva de descarga (V vs t) en un gráfico y la curva característica de la celda (V vs I) junto con la potencia (P vs I) en otro.

7. Repita los mismos pasos anteriores, pero ahora teniendo tanto la salida como al entrada de Oxígeno de la Celda de Combustible abiertas, es decir, ahora la Celda estará tomando Oxígeno del aire.

Tiempo [s]	Voltaje [V]	Corriente [A]	Potencia [W]

Anote el tiempo de descarga de la celda.

$$t_{\text{descarga}} = \quad [\text{s}]$$

8. Dibuje la curva de descarga (V vs t) en un gráfico y la curva característica de la celda (V vs I) junto con la potencia (P vs I) en otro.

¿Qué diferencia hay entre ambas experiencias?. Comente lo que sucede con los gráficos.

