

Solar Hydrogen Generation Set

Manual de usuario del kit



Herramientas necesarias:



Tijeras

* También precisará agua destilada

Lee atentamente y asegúrese de comprender estas instrucciones antes de iniciar el montaje.

ADVERTENCIA:

Para evitar riesgos de daños materiales, lesión grave o muerte: Este kit está destinado solamente a personas mayores de 12 años y siempre bajo la supervisión de personas adultas que han leído y entendido las instrucciones proporcionadas en este manual de usuario.

No apto para menores de 8 años, contiene piezas pequeñas que pueden tragar.

Las células reversibles de combustible generan gases que pueden inflamarse con facilidad.

Lea atentamente las instrucciones antes de usarlo y téngalas a mano como referencia.



Consideraciones.

Este componente está destinado para un uso didáctico. Por ello se aconseja su utilización y montaje bajo la supervisión de personal docente. CebeKit no ofrece explicaciones adicionales, asistencia técnica ni apoyo didáctico alternativo al reflejado en las presentes instrucciones. La garantía de éste producto queda prescrita exclusivamente a piezas no suministradas en la relación del kit y avería o malfuncionamiento por causas ajenas a un montaje o uso inadecuados. En tal caso debe ponerse en contacto con nuestro departamento técnico, correo electrónico: sat@fadisel.com Fax 93 432 29 95. Los productos CebeKit disponen de **2 años de garantía** a partir de la fecha de compra. Quedan excluidos el trato, montaje o manipulación incorrectos.

La documentación técnica de este producto responde a una transcripción de la proporcionada por el fabricante.

Disponemos de más productos que pueden interesarle, visítenos en: www.cebekit.com ó solicite nuestro catálogo.

Índice:

1. Instrucciones generales de seguridad
2. Introducción a las células de combustible de hidrógeno
3. Acerca del equipo de hidrógeno para generación de Energía
4. Lista de componentes
5. Usando la célula reversible de combustible
6. Qué es la electrolisis y cómo funciona un electrolizador
7. Montaje del equipo
8. Consejos para un uso óptimo
9. Solución a posibles problemas

1. Instrucciones generales de seguridad

Para evitar riesgos de daños materiales, lesión grave o muerte:

1. Este kit está destinado solamente a personas mayores de 12 años y siempre bajo supervisión de personas adultas, que han leído y entendido las instrucciones proporcionadas en este manual.
2. Es necesario usar herramientas para montar este kit. Hay que prestar la debida atención cuando se están manipulando herramientas para evitar daños personales.
4. Algunas piezas son pequeñas y frágiles: hay que ser muy cuidadoso al manipularlas y al conectarlas para evitar romperlas. Hay que manipular todas las piezas y componentes con cuidado.
5. No se debe utilizar ninguna parte, elemento o componente de los suministrados en este kit para ningún propósito diferente al indicado en este manual. No se debe desmontar ninguna parte, elemento o componente de este kit.
6. Al final de cada uso es necesario vaciar todos los componentes que contengan agua, hidrógeno y oxígeno.
7. Lávese las manos después de trabajar o experimentar con el kit

2. Introducción a las Células de Combustible de Hidrógeno

a. ¿Porqué Hidrógeno?

El mundo civilizado está consumiendo combustibles fósiles basados en el carbono 100.000 veces más de prisa de lo que tardan en formarse, planteando varias preguntas sobre el suministro mundial. ¿Será capaz de cumplir con el rápido crecimiento de la demanda mundial de energía?

Con las incertidumbres geopolíticas de los países productores de petróleo y la insuficiente capacidad de refinado de petróleo, nuestra economía global ya se encuentra bajo una presión muy significativa. El petróleo es crítico para el bienestar de naciones enteras, por lo tanto, las nuevas tecnologías que pueden reducir la dependencia del petróleo importado se están convirtiendo en estratégicas. La seguridad nacional está involucrando hoy en día a los científicos de todo el mundo para desarrollar nuevas soluciones tecnológicas de energía, como las *células* y *las pilas de combustible de hidrógeno*.

Un problema aún mayor tiene que ver con el propio consumo de petróleo. Los combustibles fósiles contienen carbono y al quemar gasolina en nuestros coches estamos creando un aire cargado de polución en nuestras ciudades, contribuyendo a que grandes cantidades de dióxido de carbono sean liberadas a la atmósfera. La acumulación de dióxido de carbono es la causa del efecto invernadero y del calentamiento global del planeta. Durante más de 10 años, la humanidad ha estado quemando cantidades tremendas de combustibles basado en el carbono, causando el calentamiento de nuestra atmósfera. Las muestras del calentamiento global son el incremento de las tormentas violentas, de la desertización, desaparición de glaciares, la fusión de los casquetes polares, el cambio de las corrientes oceánicas y el incremento del nivel del mar.

Nuestra sociedad necesita un nuevo y renovable sistema de combustibles y el hidrógeno es la mejor solución a largo plazo.

Varios proyectos de “Autopista de Hidrógeno” han sido desarrollados alrededor del mundo. Unas 200 estaciones de hidrógeno han estado puestas en servicio para que los primeros coches con *pilas de combustible* puedan repostar.

El Parlamento Europeo ha aprobado la homologación de vehículos impulsados por hidrógeno. Diversas marcas han desarrollado coches y furgonetas propulsados por hidrógeno: Mercedes A-Class F-Cell, Honda FCX, Opel, BMW, Ford, DaimlerChrysler, Necar, Ballard Power Systems, Volvo, Mazda, General Motors, Hyundai, Nissan etc. También en España empiezan a implantarse surtidores públicos de hidrógeno. Incluso Linde ha creado un surtidor móvil de hidrógeno.



b. ¿Qué es una célula de combustible y cómo funciona?

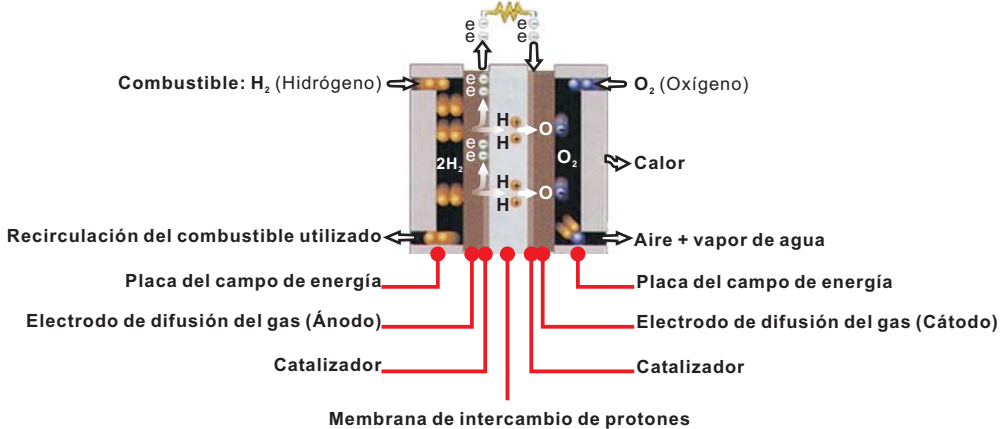
Una *célula de combustible* es un dispositivo que puede convertir el hidrógeno en electricidad utilizable. La *célula de combustible* es un montaje de capas de materiales avanzados en las cuales hidrógeno y oxígeno reaccionan entre sí para general energía eléctrica y agua, sin ningún proceso de combustión.

Igual que ocurre con los paneles solares, se agrupan varias *células de combustible* apilándolas para conseguir mayor potencia . Se les denomina *pilas de combustible*.

En efecto, el hidrógeno es el elemento más abundante en nuestro universo y acarrea la mayor cantidad de energía por unidad de peso.

Este combustible libre de carbono puede producirse usando métodos tradicionales o fuentes de energía renovables como la energía solar o la energía eólica. Una vez capturado, el hidrogeno se convierte en energía utilizable en numerosas aplicaciones, incluidos los vehículos. Esto significa que nuestro combustible que precisamos a diario puede ser producido localmente y en cantidades ilimitadas. Cuando es consumido en una *célula o una pila de combustible*, el resultado es electricidad y agua. Este agua puede entonces ser usada de nuevo para volver a producir hidrógeno y oxígeno, haciendo que el ciclo sea continuo y natural, sin emisiones tóxicas. Pero aún es necesario superar muchos desafíos para que esto se convierta en realidad, pero sólo es cuestión de tiempo... y de ingenio!

**Circuito eléctrico
(40% - 60% de eficiencia)**



Las células de combustible no despertaron interés hasta la década de 1960, cuando fueron utilizadas como fuente de energía en las primeras misiones espaciales a la luna. Aunque las células de combustible siguen proveyendo de electricidad y agua a las misiones espaciales, el actual objetivo de esta tecnología única es promover la transición global a las fuentes de energía renovable. Los coches equipados con pilas de combustible que usan hidrógeno son denominados “vehículos de emisión cero”. Si estos vehículos utilizaran hidrógeno producido desde fuentes de energía renovable, como la energía del sol o la del viento, nuestro suministro de energía sería ilimitado y el consumo de hidrógeno a través de las pilas de combustible no crearía ni residuos ni contaminación del aire.

3. Acerca del equipo de hidrógeno para generación de energía

Este equipo demuestra los principios químicos y físicos experimentando con la descomposición del agua en sus componentes básicos. Se utiliza la generación de energía renovable directamente a partir de la tecnología solar fotovoltaica. El equipo muestra el proceso inicial de la electrólisis (Ver pag. 9 para mayor información sobre la electrólisis) usando la célula de combustible reversible, que permite producir y almacenar hidrógeno y oxígeno.

Este kit le enseñará cómo puede usar el hidrógeno como “*portador de energía*” renovable y que puede alimentar muchas aplicaciones gracias a la tecnología de la célula de combustible.

Este equipo brinda una excelente oportunidad para aprender acerca de las emocionantes perspectivas de las energías renovables. Vea de qué forma la energía renovable puede aprovecharse, almacenarse y reutilizarse en todo tipo de aplicaciones. Vea también cómo el hidrógeno es el único enlace entre las fuentes de energía naturales y los dispositivos que consumen energía, mediante la aplicación de las células de combustible.

Disfrute este emocionante kit educativo sobre esta rama de la ciencia. Inicie construyendo su propio mundo impulsado con hidrógeno!!

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones: **125 x 155 x 8 mm**
- Tensión: **2,2 V DC** (en el punto de rendimiento óptimo)
- Corriente: **450 mA** (en el punto de máxima potencia)

Nota: los datos del módulo solar están basados en las condiciones de medida standard (1000W/m², 25°C)

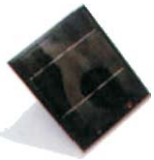
4. Lista de componentes

- A. Panel solar 1W
- B. Par de cables con clavijas
- C. Célula reversible de combustible
- D. Depósito de hidrógeno
- E. Depósito de oxígeno
- F. Dos contenedores de gas
- G. 16 cm de tubo flexible
- H. 30 cm de tubo flexible
- I. Tapones para los tubos
- J. Jeringa
- K. Motor

También necesitará lo siguiente:
(no incluido en el kit)

- Tijeras
- 100 ml de agua destilada (*)

(*) para un uso óptimo es imprescindible utilizar únicamente agua que sea destilada



A



B



C



D



E



F



G



H



I



J



K

5. Usando la célula reversible de combustible

La *célula reversible de combustible* es una pieza única, porque combina en un solo dispositivo tanto el *electrolizador* como la *célula de combustible*. Al aplicar una corriente eléctrica, este dispositivo actúa como un *electrolizador* produciendo hidrógeno a partir del agua des-ionizada. Cuando se le aplica una carga eléctrica, el *electrolizador* se convierte en *célula de combustible* generando electricidad a partir del hidrógeno.

Es ideal para laboratorios escolares de ciencias, aplicaciones de tecnología en el aula o para demostraciones.

Este *electrolizador* también puede funcionar a partir de la energía suministrada por pequeñas células solares fotovoltaicas, mini aerogeneradores, o incluso pequeñas dinamos accionadas con manivela.

- Dimensiones: 54 x 54 x 17 mm
- Peso total: 69,7 g

Función ELECTROLIZADOR

- Tensión de entrada: 1,7 ~ 3 V (DC). No debe conectarse a más de 3 V, porque podría estropear irremediablemente

la pila de combustible reversible

- Corriente de entrada: 0,7 A @ 2V
- Índice de producción de hidrógeno: 5 ml/min
- Índice de producción de oxígeno: 2,5 ml/min

Función CÉLULA DE COMBUSTIBLE

- Tensión de salida: 0,6 V (DC)
- Corriente de salida: 300 mA
- Potencia: 180 mW

6. ¿Qué es la electrólisis y cómo funciona un electrolizador?

La electrólisis es el uso de la energía eléctrica para producir un cambio químico. En el ciclo renovable del hidrógeno, la energía eléctrica (generada mediante fuentes renovables) se usa para romper los enlaces entre el hidrógeno y el oxígeno que forman el agua, liberándolos como gases elementales. El hidrógeno “*almacena*” energía renovable.

Un *electrolizador* es un dispositivo que facilita la electrólisis del agua produciendo hidrógeno gas. Los *electrolizadores* más comúnmente utilizados hoy en día generan hidrógeno a presiones relativamente bajas, desde presiones como la atmosférica hasta $1,38 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ (13,8 bar) y usan un electrolito alcalino líquido (KOH o NaOH). Para poder almacenar grandes cantidades de hidrógeno a tan altas presiones se requiere disponer de recipientes de almacenamiento extremadamente grandes. Una solución para este problema consiste en usar un compresor para incrementar la presión del hidrógeno. Sin embargo, la inversión de energía requerida para presurizar el hidrógeno, así como el mantenimiento de los compresores hace inviable dicha opción para aplicaciones de esta tecnología a gran escala. Además, el trabajo con electrolizadores alcalinos requiere un mantenimiento muy frecuente que incluye la eliminación y la sustitución de electrolitos altamente cáusticos. El nuevo planteamiento de los *electrolizadores* de agua incluye los *electrolizadores* con *membrana de intercambio de protones*, uno de los cuales está incluido en este kit (*célula reversible de combustible*, “C”).

Un *electrolizador de membrana de intercambio de electrones* (PEM) puede ser diseñado para generar hidrógeno electroquímicamente, a presiones de $1,38 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ o superiores, lo que elimina la necesidad de la compresión mecánica. El *electrolizador* PEM tiene una membrana de electrolito sólido que tiene una expectativa de vida igual como la del electrolizador. No precisa ningún electrolito fluido alcalino o acidificante cáustico. Otras ventajas adicionales de la electrólisis PEM, respecto la electrólisis alcalina, son las bajas pérdidas de energía parasitarias y la obtención de hidrógeno de pureza superior. Potencialmente la electrólisis PEM es una tecnología simple, sostenible y rentable para generar, comprimir y almacenar hidrógeno.

7. Montaje del equipo

a. Cómo preparar la célula de combustible para la electrólisis

Paso 1

Coloque la *célula reversible de combustible* (C) de forma que la conexión NEGRA de entrada quede frente a usted.

Paso 2

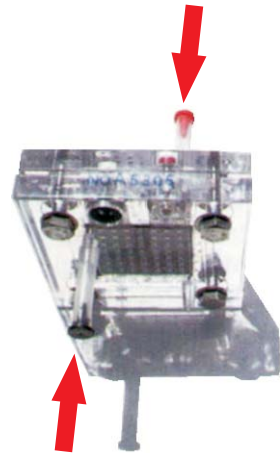
Mediante unas tijeras (no suministradas) corte dos tramos de 2 cm del tubo flexible (H).

Paso 3

Tome uno de los trozos de tubo flexible de 2 cm e inserte uno de los tapones negros (I) en un extremo. El otro extremos del tubo debe enchufarlo en la boquilla que hay justo debajo de la hembrilla negra de la *célula reversible de combustible* (C).

Paso 4

Tome el otro trocito de tubo flexible de 2 cm y inserte uno de los tapones rojos (I) en un extremo. El otro extremos del tubo debe enchufarlo en la boquilla que hay justo debajo de la hembrilla roja de la *célula reversible de combustible* (C).



Paso 5

Ahora coja el depósito de hidrógeno (D), el de oxígeno (E) y los dos contenedores de gas (F). Sáquelos de su embalaje y colóquelos sobre una superficie plana. Inserte bien cada uno de los tubos de 16 cm (G) en las boquillas de ambos contenedores de gas. Verifique que están firmemente enganchados.

Paso 6

En la pared lateral del tanque de hidrógeno (D) y en la del tanque de oxígeno (E) hay una marcas para medir el volumen. Verter agua destilada en los tanques hasta la línea marcada como cero.

Paso 7

Los contenedores de gas (F) tienen dos muescas en la parte inferior. Dichas muescas están diseñadas para permitir que el exceso de gas se escape e impedir cualquier aumento de la presión durante el proceso de electrólisis. Asegure uno de los contenedores a la base del depósito de hidrógeno (D) y el otro en la del de oxígeno (E). Asegurese de que ninguna de las ranuras queda obstruida y que los contenedores de gas (F) están llenos de agua destilada.

Paso 8

Coloque el depósito de hidrógeno (D) junto a la *célula reversible de combustible* (C) en el mismo lado de la hembrilla negra y del tubo con el tapón negro. El extremo libre del tubo de 16 cm (G) del contenedor de gas (F) del interior del depósito de hidrógeno (D), debe insertarlo en la boquilla inferior de la célula de combustible, del mismo lado de la hembrilla negra.


Paso 9

Coloque el depósito de oxígeno (E) junto a la *célula reversible de combustible* (C) en el mismo lado de la hembrilla roja y del tubo con el tapón rojo. El extremo libre del tubo de 16 cm (G) del contenedor de gas (F), del interior del depósito de hidrógeno (D), debe insertarlo en la boquilla inferior de la célula de combustible, que está en el lado de la hembrilla roja.

Paso 10

Tome la jeringa (J) y empuje el émbolo de todo el recorrido para comprobar que no hay nada dentro. La *célula de combustible* está preparada para ser hidratada. La hidratación es muy importante pues es el proceso por el que se sitúa agua en el interior de la célula y permite que la membrana interior absorba agua. La razón es que durante el proceso de electrólisis el agua debe estar siempre presente, de otro modo la membrana se seca y la *célula reversible de combustible* puede quedar permanentemente dañada.

Paso 11

Acerque la *célula reversible de combustible* (C) y quite el tapón rojo (I) del tubito de 2 cm que está insertado en la parte superior. Inserte firmemente la boquilla de la jeringa (J) en el extremo abierto del tubito de 2 cm.

Vaya extrayendo lentamente el émbolo para permitir que el agua destilada del tanque de oxígeno circule a través de los 16 cm de longitud de la manguera de goma (G) y pueda llenar el lado del oxígeno de la *célula reversible de combustible* (C).

Deje de tirar del émbolo en cuanto el agua destilada comience a entrar a la jeringa (J).

Ahora desacople la jeringa (J) del extremo del tubo de 2 cm y coloque de nuevo el tapón rojo.


Paso 12

Deje reposar la *célula de combustible* durante 5 minutos para permitir que la membrana absorba el agua destilada.

b. La célula reversible de combustible (C) está preparada para tener el panel solar conectado y situado bajo la luz solar

Paso 1

Inserte el rectángulo de plástico blanco en la ranura posterior del panel solar (A), es el soporte que le ayuda a mantener la inclinación óptima bajo el sol. Enchufe la clavija roja del cable (B) en la hembrilla del mismo color del panel solar fotovoltaico (A) y la clavija negra en la hembrilla negra. Conecte el otro extremo de cada uno de los cables a las correspondientes hembrillas de la *célula reversible de combustible* (C). Preste atención en enchufar cada clavija a la hembrilla del mismo color. Si invierte los cables enchufando una clavija roja en una hembrilla negra o viceversa, puede dañar irremediablemente la *célula de combustible*.

Paso 2

Coloque el panel solar bien encarado a los rayos del sol directo. Observe de cerca la *célula reversible de combustible* (C). En su interior se formarán burbujas. Los contenedores de gas empezarán a recoger los gases formados. El hidrógeno se acumulará en el de hidrógeno (D) y el oxígeno en el de oxígeno (E), desplazando el agua de los botes de gas y provocando una crecida del nivel del agua en los depósitos de hidrógeno (D) y oxígeno (E).

Paso 3

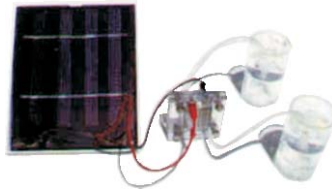
El panel solar (A) está convirtiendo la energía procedente del sol en energía eléctrica y está enviando electricidad a la *célula reversible de combustible* (C). Al recibir dicha electricidad la *célula reversible de combustible* (C) actúa como un electrolizador siendo capaz de separar los dos elementos que componen el agua (H_2O): oxígeno (O_2) e hidrógeno (H_2).

Paso 4

Se producirá el doble de hidrógeno que de oxígeno. Pronto podrá ver como las burbujas salen de las muescas de la parte inferior del contenedor de gas (F) del tanque de hidrógeno (D). Estas burbujas indican que el contenedor de gas (F) está lleno.

Paso 5

Desconecte el panel solar (A) desenchufando las clavijas procedentes de la *célula de combustible* (C).

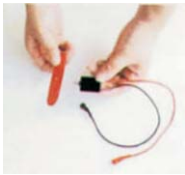
**Construya sus propias aplicaciones de la célula de combustible**

Cuando el contenedor de gas (F) está lleno de hidrógeno, puede disponer de una fuente de energía almacenada preparada para alimentar aplicaciones que utilicen la *célula reversible de combustible* (C).

La célula reversible (C) actuará como una *célula de combustible* H_2/O_2 y podrá accionar pequeñas aplicaciones. Vea el siguiente experimento que le servirá de ejemplo.

1. Corte una pequeña tira de papel o cartulina fina usando las tijeras (no incluidas). Practique un pequeño agujero en el centro de la tira.

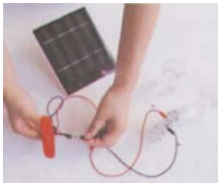
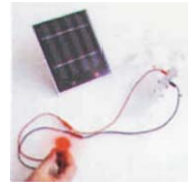
2. Coloque esta tira de papel en el eje del motor, como una hélice (ver figuras a y b) También puede hacer este experimento usando una hélice de plástico ligera que encaje en el eje del motor.


a

b

3. Enchufe los conectores hembra del motor a las clavijas del mismo color del par de cables (B) procedentes de la *célula reversible de combustible* (C).

4. Ahora verá como le hélice gira rápidamente, consumiendo el hidrógeno y el oxígeno almacenado en los contenedores de gas (ver imágenes c y d)


c

d

Una vez agotado el hidrógeno ya no queda más gas en los contenedores ni se produce más electricidad. La hélice irá rodando cada vez más lentamente hasta pararse por completo. Para producir más hidrógeno no hay más que volver al punto “b” de la página 13 y repetir el proceso tal como se indica.

8. Consejos para un uso óptimo

1. Asegúrese de utilizar únicamente agua destilada. Cualquier otro tipo de agua contendría sustancias y minerales que podrían contaminar y destruir la *célula de combustible*. Si se da cuenta de que la *célula de combustible* empieza a oxidarse, significa que en sus experimentos no ha usado el agua apropiada (agua destilada).
2. Asegúrese de que la *célula de combustible* está bien hidratada antes de iniciar la electrólisis, llenándola de agua mediante la jeringa.
3. Usted obtendrá el máximo rendimiento cuando haya repetido tres o cuatro veces el proceso de electrólisis completo, Esto es debido al incremento de la hidratación de la membrana PEM de la célula después de un uso repetido. Temperatura ideal de trabajo: 20°C ~ 30°C.
Antes de continuar con la electrólisis compruebe que los depósitos están llenos con agua destilada hasta la marca “cero” de los cilindros exteriores.
4. Compruebe que las pequeñas boquillas de los contenedores de gas no estén obturadas por rebabas de plástico en la parte superior. El hidrógeno y oxígeno son más ligeros que el agua, por ello fluyen a la parte superior de la cámara de aire, desplazando al agua. Si las pequeñas boquillas están obturadas, se acumulará demasiada presión dentro de la *célula de combustible* y esto la dañará.
5. Cuando haya usado la *célula de combustible* muchas veces, el agua de la parte superior del depósito podría no descender al contenedor interior. Ello es debido a que se ha provocado el vacío en los tubos. Desconecte el tubo de la boquilla superior de la *célula de combustible* y el agua descenderá al interior de contenedor.
6. La *célula de combustible* al aire libre es muy sensible a compuestos orgánicos volátiles, que afectarán a su rendimiento. Cuando acabe de utilizar el kit, para evitar la entrada de aire es muy recomendable guardar la célula dentro de una bolsa de plástico con cierre (tipo Ziploc®, Minigrip®, etc., tal como la bolsa del envase original). Esto protegerá la *célula de combustible* cuando no la esté usando.

1. Los niveles de agua no bajan cuando desconecto los tubos de la salida de gas de ambos lados de la célula de combustible.

Solución: Compruebe si las ranuras de la parte inferior de la pared del contenedor interior están obturadas. Si es así, girar el contenedor interior hasta que el agua entre a través de las ranuras y llene el contenedor interior.

2. El electrolizador no produce hidrógeno y /o oxígeno

Solución: Verifique si hay conexiones sueltas y si los cables están correctamente conectados. La *célula de combustible* puede dañarse irremediablemente si el cable rojo de la alimentación se conecta a la hembra negra de la *célula de combustible*.

3. El proceso de electrólisis del agua va muy lento

Solución: Mediante la jeringa, inyecte agua destilada en el lado del oxígeno de la *célula de combustible*. Espere unos cinco minutos antes de iniciar el proceso de electrólisis.


Para conocer **otros kits con células de combustible** o saber más sobre formas de **energía sostenible, ciencia y tecnología** en general, de manera divertida y mediante experimentos, **CEBEKIT** te ofrece una amplia gama de equipos:

- Energía solar fotovoltaica
- Energía eólica (aerogeneradores)
- Energía del hidrógeno (células de combustible)
- Motores eléctricos
- Motores de aire caliente (Stirling)
- Electricidad
- Electrónica
- Radio
- Microcomputadores
- Robots
- Mecánica, engranajes, transmisiones,...
- Termodinámica
- Óptica
- Magnetismo

Y toda clase de accesorios para realizar fácilmente "tus propios inventos"

www.cebekit.es

www.fadisel.es



Información referente a la protección del medio ambiente

Cuando este producto ya no esté en uso, no puede ser depositado junto a los residuos domésticos normales, es necesario llevarlo a un punto de recogida selectiva para el reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos. Un símbolo sobre el producto, las instrucciones de uso o el embalaje lo indican. Los materiales son reciclables según están marcados. Si usted practica la reutilización, el reciclaje u otra forma de uso de aparatos viejos está haciendo una importante contribución hacia la protección del medio ambiente. Por favor consulte a su ayuntamiento cuál es el punto de disposición o vertedero apropiado más cercano a su domicilio.