

**Benutzerhandbuch  
User Manual  
Manuel de l'utilisateur  
Gebruikershandleiding**



## Hydrocar

**Der Lernbausatz: saubere Energie**

**The clean energy education kit**

**Le kit d'éducation d'énergie propre**

**De schone energie leerpakket**

Hergestellt in China  
Made in china  
Fabriqué en Chine  
Made in china

[www.conrad.com](http://www.conrad.com)  
[www.horizonfuelcell.com](http://www.horizonfuelcell.com)

**CONRAD**  
ELEKTRONIK. TECHNIK. DURCHBLICK.

Powered by  
**Horizon**



Modell Nr.: FCJJ-20

## **Warnung**

Um das Risiko von Schäden an ihrem Eigentum, Verletzungen oder Tod zu vermeiden beachten Sie:

Dieses Model sollte nur von Personen, die mindestens 14 Jahre alt sind und nur unter der Aufsicht von Erwachsenen, die sich mit den beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen vertraut gemacht haben, benutzt werden. Da dieses Produkt Kleinteile, die verschluckt werden können enthält, sollten kleine Kinder und Tiere von diesem Produkt ferngehalten werden. Es werden Gase erzeugt, die sehr leicht entflammbar sind. Lesen Sie die Anleitung bevor Sie das Produkt zum ersten Mal benutzen und haben Sie die Anleitung immer griffbereit.

Model No.: FCJJ-20

## **Warning**

To avoid the risk of property damage, serious injury or death:

This kit should only be used by persons 14 years old and up, and only under the supervision of adults who have familiarized themselves with the safety measures described in the kit. Keep small children and animals away, as it contains small parts that could be swallowed. The fuel cell generates gases that are very easily ignited. Read the instructions before use and have them ready for reference.

Numéro de Modèle : FCJJ-20

## **Avertissement**

Pour éviter le risque de dégats de propriété, de dommages sérieux ou de mort :

Ce kit devrait seulement être employé par des personnes de 14 ans et plus, et seulement sous la surveillance des adultes qui se sont familiarisés avec les mesures de sécurité décrites dans le kit. Maintenez petits enfants et animaux loin, car il contient les petites pièces qui pourraient être avalées. La cellule de carburant produit des gaz qui sont très facilement mis à feu. Lisez les instructions avant l'emploi et faites les prêt pour la référence.

Model Nr.: FCJJ-20

## **Waarschuwing**

Om risico's van beschadiging, ernstige verwonding of dood te voorkomen:

Deze pakket mag alleen ingebruik genomen worden door personen die ouder dan 14 jaar zijn, en onder toezicht van volwassenen die al de veiligheidsmaatregelen in deze pakket bekend zijn. Hou kleine kinderen en huisdieren buiten bereik van deze pakket, omdat er kleine onderdelen ingeslikken kunnen worden. De brandstofcel genereert gassen dat gemakkelijk aangestoken kunnen worden. Lees deze handleiding zorgvuldig door alvorens het ingebruik te nemen en bewaar deze handleiding goed voor later gebruik.

# Benutzerhandbuch    Manuel de l'utilisateur User Manual        Gebruikershandleiding

**D**

## Inhaltsverzeichnis:

1. Über das Hydrocar .....	p1
2. Allgemeine Sicherheitshinweise .....	p3
3. Liste der enthaltenen Teile .....	p4
4. Zusammenbau des Bausatzes .....	p4
5. Elektrolyse: Wasserstoff aus Wasser erzeugen .....	p6
6. Inbetriebnahme des Bausatzes .....	p8
7. Hinweise für die optimale Nutzung .....	p9
8. Problemlösungen .....	p10

**GB**

## Table of Contents:

1. About the Hydrocar .....	p11
2. General safety instructions .....	p13
3. List of components .....	p14
4. Assembly of the kit .....	p14
5. Electrolysis: create Hydrogen from water .....	p16
6. Hydrogen Fuel Cell Kit operation .....	p18
7. Advice for optimal operation .....	p19
8. Troubleshooting .....	p20

**F**

## Table de Matières:

1. Au sujet de Hydrocar .....	p21
2. Instructions de sûreté Générale .....	p23
3. Liste des composants .....	p24
4. Assemblée du kit .....	p24
5. Electrolyse: créez hydrogène de l'eau .....	p26
6. Opération de kit de cellules de carburant hydrogène .....	p28
7. Conseil pour l'opération optimale .....	p29
8. Dépannage .....	p30

**NL**

## Inhoudsopgave:

1. Over de Hydrocar .....	p31
2. Algemene veiligheidsmaatregelen .....	p33
3. Lijst onderdelen .....	p34
4. Assemblage van deze pakket .....	p34
5. Electrolyse: Waterstofgas uit het water opschaffen .....	p36
6. Bediening van Waterstofgas Brandstofcel pakket .....	p38
7. Aanbevolen bedieningen .....	p39
8. Problemen en oplossingen .....	p40

## I. Über das Hydrocar

Das Hydrocar ist ein futuristisches Lernprodukt, das eine der aufregendsten und fortschrittlichsten Technologien des 21. Jahrhunderts enthält. Dieses Produkt fährt mit 100% sauberer Energie die von einer reversiblen Brennstoffzelle, die Wasser mit Hilfe von Solarenergie in Wasserstoff verwandelt, produziert wird. Es ist an der Zeit der Welt die Vorteile der Wasserstofftechnologie zu zeigen. Wir profitieren von Wasserstofftechnologien, da diese helfen die Umwelt sauber zu halten und den Einfluss von rapide zunehmenden Energiekosten sowie unsere Abhängigkeit von importiertem Öl zu verringern.

Auf der ganzen Welt versuchen Wissenschaftler und Forscher neue Wege zu finden, die den Energiehunger der Welt befriedigen, ohne jedoch die Umwelt weiter zu schädigen. Eine Lösung dafür ist Wasserstoff, welcher mit Hilfe von erneuerbaren Energien wie Wind und Solar erzeugt werden kann. Durch die Verwendung eines so genannten Elektrolyzers kann man Wasserstoff aus Wasser erzeugen. Brennstoffzellen verwandeln Wasserstoff in elektrische Energie mit derer alles wie beispielsweise Fahrzeuge, Elektrogeräte oder Häuser mit Strom versorgen kann.

Der Hydrocar Bausatz ist benutzerfreundlich gestaltet. Er bringt Ihnen die neuesten Entwicklungen aus dem Labor direkt in Ihre Hände. Somit können Sie zu einer weltweiten Gruppe gehören, die das Ziel verfolgt die Welt in das Wasserstoffzeitalter zu überführen.

### a. Warum Wasserstoff ?

Unsere Zivilisation konsumiert fossile Brennstoffe etwa 100.000 Mal schneller als diese erzeugt werden können. Daraus folgen verschiedene Fragen über das globale Angebot von Energie und ob fossile Brennstoffe in der Lage sind die weltweit wachsende Energienachfrage zu befriedigen. Durch geopolitische Unsicherheiten in Öl-Produzierenden Ländern und unzureichende Raffineriekapazitäten steht die Weltwirtschaft unter hohem Druck. Öl ist für das Wohlergehen von ganzen Ländern verantwortlich, deshalb sind neue Technologien, die die Abhängigkeit von importiertem Öl verringern von strategischer Bedeutung. Sorgen um die nationale Sicherheit ermutigen Wissenschaftler aus der ganzen Welt neue Energietechnologien wie Brennstoffzellen zu entwickeln.

Von noch größerer Bedeutung ist die Verwendung von Öl selbst. Fossile Brennstoffe enthalten Kohlenstoff. Die Verbrennung von Benzin und Diesel in unseren Fahrzeugen generiert giftige Luftverschmutzung in unseren Städten und trägt dazu bei, dass große Mengen an Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) in die Atmosphäre geblasen werden. Die Sammlung von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre ist die Ursache des Treibhauseffekts sowie der Erderwärmung. Seit über 100 Jahren haben wir Menschen gigantische Mengen an fossilen Brennstoffen verbrannt. Dadurch hat sich unsere Atmosphäre aufgeheizt.

Immer stärkere Stürme, Wüstenbildung, schrumpfende Gletscher, schmelzende Polkappen sowie der Anstieg des Meeresspiegels sind die Folge. Wir fangen erst an die Effekte zu realisieren.

Unsere Gesellschaft braucht neue und regenerative Energiequellen. Wasserstoff ist dafür langfristig die beste Lösung.

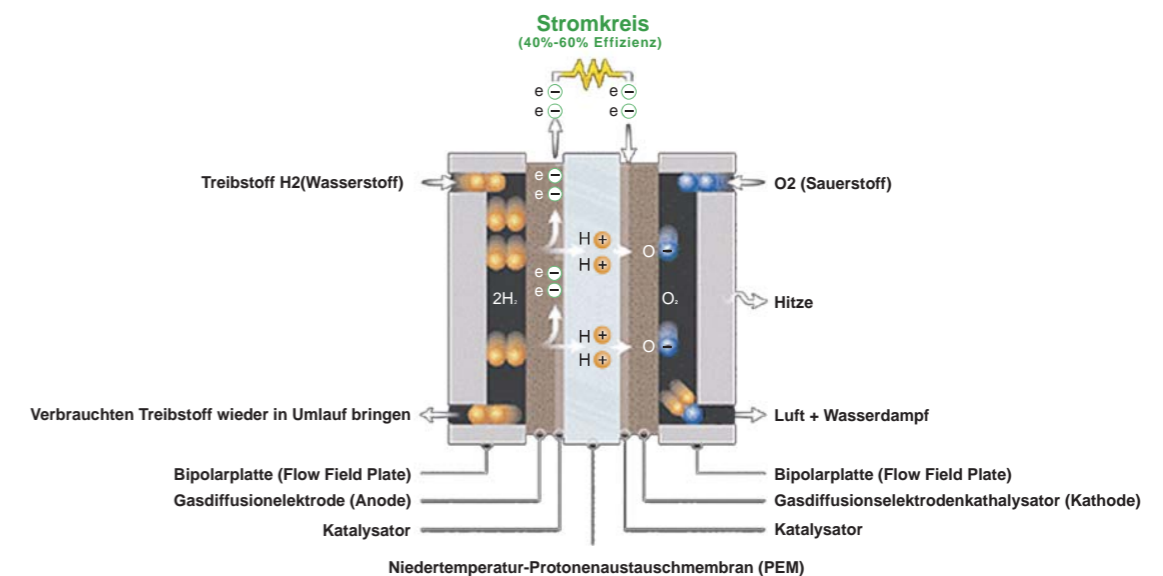
Wasserstoff ist das Element, das in unserem Universum am häufigsten vorkommt. Zusätzlich trägt es pro Gewichtseinheit die meiste Energie. Dieser kohlenstofffreie Treibstoff kann entweder mit Hilfe von traditionellen oder erneuerbaren Energiequellen, wie Wind und Solar produziert werden. Einmal eingefangen, kann Wasserstoff in nutzbare Energie konvertiert werden und in verschiedenen Anwendungen, wie beispielsweise Automobilen, eingesetzt werden. Das bedeutet, dass unser täglicher Treibstoff lokal und in unbegrenzter Menge hergestellt werden kann. Wenn er in der Brennstoffzelle genutzt wird, entstehen Elektrizität und Wasser als Endprodukte. Das Wasser kann dann wiederum benutzt werden um Wasserstoff und Sauerstoff zu produzieren. Dadurch wird der Zyklus natürlich und lang anhaltend – ohne giftige Emissionen.



Es gibt noch viele Herausforderungen um dieses Realität werden zu lassen. Es ist jedoch nur eine Frage der Zeit - und des menschlichen Einfallsreichtums!

### b. Was ist eine Brennstoffzelle und wie funktioniert sie ?

Eine Brennstoffzelle ist ein Gerät welches Wasserstoff in nutzbare elektrische Energie konvertiert. Sie ist ein Zusammenschluss von verschiedenen fortschrittlichen Materialschichten wo Wasserstoff und Sauerstoff zusammen reagieren und Elektrizität und Wasser erzeugen – ohne jede Verbrennung.



Das ernsthafte Interesse an Brennstoffzellen begann erst in den 1960er Jahren als sie als Energiequelle für die ersten bemannten Missionen zum Mond genutzt wurden. Obwohl Brennstoffzellen immer noch Elektrizität und Wasser für heutige Missionen im All bereitstellen, wird diese einzigartige Technologie mit dem Ziel eingesetzt, den globalen Übergang zu erneuerbaren Energiequellen zu forcieren. Brennstoffzellenautos, die Wasserstoff als Treibstoff benutzen verursachen keinerlei giftige Emissionen. Falls Brennstoffzellenautos Wasserstoff, der von erneuerbaren Energien produziert wird, benutzen würden, wäre das globale Angebot unbegrenzt. Die Nutzung von Wasserstoff durch Brennstoffzellen würde keinerlei Abfall oder Luftverschmutzung verursachen.

Das Hydrocar nutzt eine reversible Niedertemperatur-Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle (Proton Exchange Membrane, PEM). Siehe Kapitel 3, „Liste der enthaltenen Teile“, Abschnitt C. Diese erzeugt Energie indem Wasserstoff, der sich in dem Wasserstoff Zylinder (siehe Kapitel 3, Liste der enthaltenen Teile, Abschnitt F) befindet, und Sauerstoff, der ebenfalls an Bord gespeichert wird, reagieren.

Das Hydrocar wird selbstständig seinen Weg finden und Hindernisse eigenständig umfahren. Sie werden sehen wie vorwärts und rückwärts fährt bis es einen Weg frei von Hindernissen findet. Wenn der Bausatz mit seinem eigenen Wasserstoff fährt, leuchten zwei blaue LED-Lichter auf der Oberseite des Motors.

Jetzt können Sie anfangen Ihren eigenen Wasserstoffbausatz zu benutzen und mehr über diese revolutionäre Energietechnologie zu erfahren.

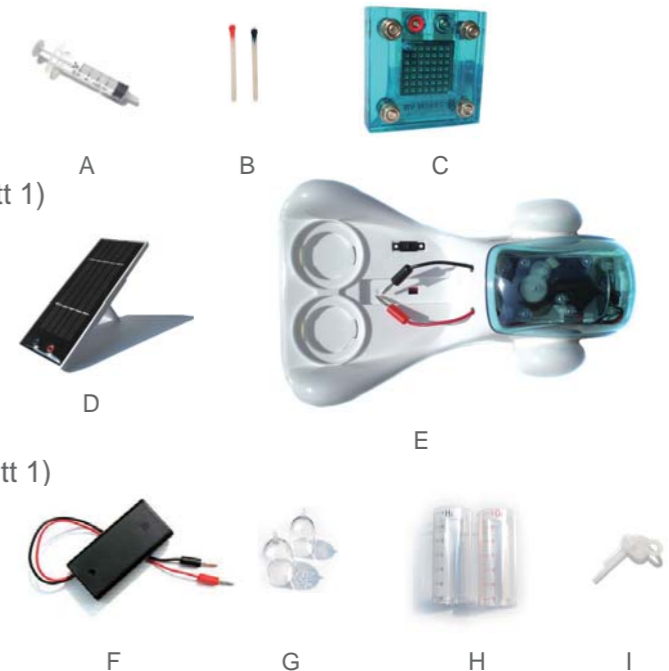
## 2. Allgemeine Sicherheitshinweise

**Um das Risiko von Schäden an Eigentum, Verletzungen oder den Tod zu vermeiden beachten Sie:**

1. Lesen Sie die Anleitung sorgfältig und stellen Sie sicher, dass Sie die Anleitung vollständig verstanden haben bevor Sie mit dem Zusammenbau des Bausatzes beginnen.
2. Dieses Model sollte nur von Personen, die mindestens 14 Jahre alt sind und nur unter der Aufsicht von Erwachsenen, die sich mit den beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen vertraut gemacht haben, benutzt werden.
3. Beim Zusammenbau des Bausatzes können Werkzeuge benutzt werden. Um Verletzungen zu vermeiden, sollte mit besonderer Vorsicht vorgegangen werden.
4. Einige Teile sind klein und zerbrechlich. Seien Sie bitte vorsichtig wenn Sie Teile zusammenfügen, um Schäden zu vermeiden. Behandeln Sie alle Teile und Komponenten mit Vorsicht.
5. Benutzen Sie kein Teil des Bausatzes für andere, als in der Anleitung vorgegebenen Zwecke. Versuchen Sie nicht Teile des Bausatzes auseinander zu bauen.
6. Schalten Sie das Batteriepaket aus wenn es nicht benutzt wird. Wenn das Batteriepaket eingeschaltet ist, stellen Sie sicher, dass sich die Metallleiter nicht berühren. Entfernen Sie die Batterien nach der Nutzung und während der Lagerung.
7. Entfernen Sie Wasser, Wasserstoff und Sauerstoff von jeder Komponente nach der Nutzung.
8. Waschen Sie Ihre Hände, nachdem Sie mit dem Bausatz gearbeitet haben.

## 3. Liste der enthaltenen Teile

- A. Spritze
- B. Kurze Gummischläuche (siehe Kapitel 4, Schritt 1)
- C. Reversible Brennstoffzelle
- D. Sonnenkollektor
- E. Bausatzchassis mit Motor und LED-Lichtern
- F. Batteriepaket
- G. Innere Zylinder
- H. Äußere Zylinder
- I. Lange Gummischläuche (siehe Kapitel 4, Schritt 1)



Zusätzlich werden Sie die folgenden 3 Teile, die nicht im Bausatz enthalten sind, benötigen:

- 2 Batterien, Größe AA (Alkaline Batterien empfohlen)
- Schere
- 100 ml destilliertes Wasser\*

\* destilliertes Wasser ist für den optimalen Betrieb empfohlen.

## 4. Zusammenbau des Bausatzes

**Schritt 1:** Benutzen Sie eine Schere (nicht im Bausatz enthalten) um den Gummischlauch in zwei Hälften, die jeweils 4cm (1,5 Zoll) lang sind, zu zerschneiden. Platzieren sie den roten Stecker in einem der 4cm (1,5 Zoll) langen Schläuche und den schwarzen Stecker in dem anderen Schlauch. Diese kurzen Gummischläuche sind Teil (B) des Bausatzes. Schneiden Sie nun den übriggebliebenen Gummischlauch in zwei gleich lange Hälften. Diese beiden Hälften werden benutzt um Teil (I) des Bausatzes zu werden.

**Schritt 2:** Stecken Sie den kurzen Gummischlauch (B) mit dem schwarzen Stecker in das obere Ansatzrohr auf der Wasserstoffseite der Brennstoffzelle (als H<sub>2</sub> gekennzeichnet). Stecken Sie den anderen kurzen Gummischlauch (B) mit dem roten Stecker in das obere Ansatzrohr der Sauerstoffseite der Brennstoffzelle (als O<sub>2</sub> gekennzeichnet).

**Schritt 3:** Stecken Sie die Brennstoffzelle (C) mit den angefügten kurzen Gummischläuchen (B) in den rechteckigen Steckplatz im Chassis (E).

**Schritt 4:** Fügen Sie die äußeren Wasserstoff und Sauerstoffbehälter (H) in die runden Schächte im Chassis (E) ein. Befüllen Sie die Zylinder mit destilliertem Wasser bis zur Nullmarkierung auf jeder der äußeren Zylinderbehälter (H).

Fügen Sie die inneren Zylinder (G) in die äußeren Zylinder (H) ein, sodass sich die inneren Zylinder (G) mit Wasser füllen. Es gibt zwei kleine Öffnungen am Boden jedes der inneren Zylinder (G). Diese machen es möglich, das Gas von den inneren Zylindern (G) in die äußeren Zylinder (H) strömen kann um die Menge an gespeichertem Gas zu begrenzen. Stellen Sie sicher, dass die Öffnungen nicht von dem erhöhten Befestigungsrahmen aus Plastik in den inneren Zylindern (G) blockiert sind. Drücken Sie von Oben auf die inneren Zylinder (G) um sicherzustellen, dass diese genau auf den Plastikkranz, der sich am Boden der äußeren Zylinder (H) befindet, passen.

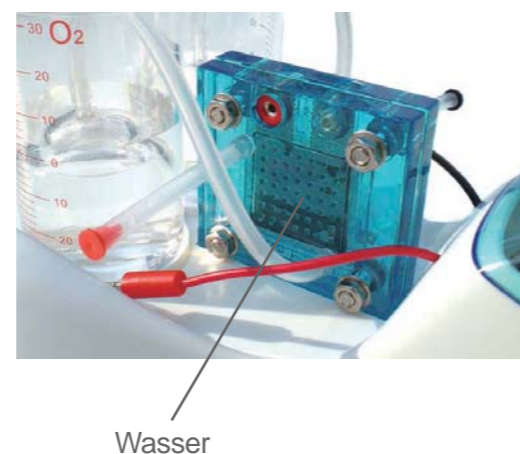
**Schritt 5:** Stecken Sie die langen Gummischläuche (I) auf die Spitze der inneren Zylinder (G). Stecken Sie nun den längeren Gummischlauch, der von dem Wasserstoffbehälter kommt in die das untere Ansatzrohr der Wasserstoffseite der Brennstoffzelle. Danach stecken Sie den langen Gummischlauch, der von dem Sauerstoffzylinder kommt, in das Ansatzrohr der Sauerstoffseite der Brennstoffzelle.



**Schritt 6:** Für die Leistung der Brennstoffzelle ist eine gute Ionenleitfähigkeit sehr wichtig. Um eine gute Leitfähigkeit sicher zu stellen, muss die Membran der Brennstoffzelle gut befeuchtet sein.

Um die Brennstoffzelle zu hydrieren (befeuchten), erledigen Sie die folgenden Punkte:

Benutzen Sie die Spritze (A) um destilliertes Wasser (muss separat erworben werden) in die Spritze zu ziehen. Nachdem die Spritze vollständig gefüllt ist, stecken Sie diese in das obere Ansatzrohr der Sauerstoffseite der Brennstoffzelle (C) und beginnen Sie Wasser in die Sauerstoffseite der Brennstoffzelle (mit „O<sub>2</sub>“ gekennzeichnet) zu drücken. Machen Sie dies bis Sie Wasser die Kammer an der Vorderseite der Abschirmung und aus dem unteren Ansatzrohr kommen sehen. Warten Sie etwa 5 bis 10 Minuten bis die Brennstoffzelle komplett hydratisiert ist.



## 5. Elektrolyse: Wasserstoff aus Wasser erzeugen

Elektrolyse ist der Prozess des Umwandeln von elektrischer in chemische Energie. Wenn eine elektrische Spannung an Wasser angelegt wird, bricht diese die chemische Verbindung zwischen Wasserstoff und Sauerstoff. Dabei werden bestimmte Partikel, so genannte Ionen erschaffen. In diesem Fall werden positive geladene Wasserstoffionen und negative geladene Ionen erzeugt. Ein Elektrolyser hat zwei Elektroden an denen sich die Ionen formieren. Eine Elektrode, die so genannte Anode, ist positiv geladen und zieht somit negativ geladene Ionen an. Die andere Elektrode, die so genannte Kathode, zieht positiv geladene Wasserstoffionen an.

Reversible Brennstoffzellen können für die Elektrolyse genutzt werden. In einer Brennstoffzelle ist der Elektrolyt teil des Membranaufbaus. Wenn eine Spannung an die Brennstoffzelle angelegt wird, wird Wasser elektrolysiert. Dabei wird Wasserstoff auf der Kathoden-Seite und Sauerstoff auf der Anoden-Seite produziert.

**Hinweis:** Folgen Sie den nächsten Schritten nur nachdem Sie alle Schritte in Kapitel 4 "Zusammenbau des Bausatzes" erledigt haben. Stellen Sie sicher dass Sie die Brennstoffzelle durch eine Injektion von Wasser mit Hilfe der Spritze hydratisiert (befeuchtet) haben bevor Sie mit der Elektrolyse beginnen.



**Warnung:** Die Nutzung von nicht destilliertem Wasser beschädigt die Elektroden der Brennstoffzelle. Brennstoffzellen nutzen Nano- oder Kohlenstoff unterstütztes Platin als Katalysator. Diese Partikel reagieren sehr stark auf Verunreinigungen, welche sich in nicht destilliertem Wasser befinden.

Trotzdem kann hoch qualitatives Trinkwasser oder Wasser mit geringem Zusatz von Mineralien benutzt werden. Die Nutzbarkeit kann dadurch jedoch reduziert werden.

Die Brennstoffzelle darf NUR durch die O<sub>2</sub>-Seite und NIEMALS durch die H<sub>2</sub>-Seite hydratisiert werden. Andernfalls folgt eine Blockade des Wasserstoffflusses.

### a. Nutzung des Sonnenkollektors für die Elektrolyse

Das Hydrocar kann eine kleine Photovoltaik-Zelle für die Elektrolyse nutzen. Damit wird erneuerbare Energie der Sonne genutzt. Bitte folgen Sie den nächsten Schritten:

**Schritt 1:** Fügen Sie ein Ende mit dem Bananenstecker des roten Kabels in die rote Buchse des Sonnenkollektors. Das andere Ende mit dem Bananenstecker stecken Sie in die Brennstoffzelle.

**Schritt 2:** Stecken Sie ein Ende mit dem Bananenstecker des schwarzen Kabels in die schwarze Buchse des Sonnenkollektors, das andere Ende in die Brennstoffzelle.

**Schritt 3:** Plazieren Sie den Sonnenkollektor im direkten Sonnenlicht. Bei starker Einstrahlung werden Sie sehen wie Sauerstoff- und Wasserstoffgase in den inneren Gaszylindern produziert werden. Eine Füllung des inneren Wasserstoffzylinders dauert normalerweise 5 bis 10 Minuten.



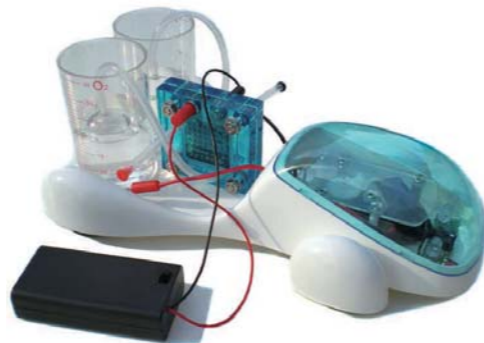
**Schritt 4:** Bei der ersten Elektrolyse von Wasser ist es möglich, dass Sie nicht das optimale Resultat (Produktion von Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnis 2 zu 1) erreichen. Um die Produktion von Wasserstoff zu optimieren, sollten sie folgende Punkte befolgen: Trennen Sie den Sonnenkollektor von der Brennstoffzelle. Entfernen Sie die roten und schwarzen Stecker von den kurzen Gummischläuchen an der Brennstoffzelle um Wasserstoff abzulassen. Stecken Sie die Stecker nach 2 Sekunden wieder an die kurzen Gummischläuche. Sie werden diesen Schritt vervollständigen müssen um alle inneren Gase von der Brennstoffzelle zu entfernen und für eine bessere Leistung zu sorgen. Danach wiederholen sie die Schritte 1,2 und 3.

**Schritt 5:** Wenn Sie Blasen aus dem Wasserstoffzylinder an die Wasseroberfläche steigen sehen, trennen Sie den Sonnenkollektor von der Brennstoffzelle.

## b. Alternative Nutzung des Batteriepakets für die Elektrolyse

**Schritt1:** Stellen Sie sicher, dass das Batteriepaket (F) ausgeschaltet ist. Stecken Sie zwei neue Batterien, Größe AA, in das Batteriepaket. Nutzen Sie kein anderes Batteriepaket – das beigelegte Batteriepaket wurde speziell für diese reversible Brennstoffzelle konstruiert.

**Schritt2:** Seien Sie vorsichtig, wenn Sie das rote Kabel des Batteriepakets in die rote Buchse (Sauerstoff-Seite) der Brennstoffzelle und den schwarzen Draht in die schwarze Buchse (Wasserstoff-Seite) der Brennstoffzelle stecken. Die Brennstoffzelle kann vollständig zerstört werden, falls die Stromversorgung nicht richtig angeschlossen ist.



**Schritt 3:** Stellen Sie den Schalter des Batteriepakets auf die "On" Position um die Elektrolyse zu starten. Wenn Wasser an der Spitze der Zylinder verdrängt wird, werden Sauerstoff- und Wasserstoffgase produziert. Sie können beobachten wie das Volumen, das wie leerer Raum aussieht, sich allmählich an der Spitze der inneren Zylinder ausdehnt (dies dauert etwa 5 Minuten). Wenn der innere Wasserstoffzylinder vollständig mit Wasserstoff gefüllt ist, werden Sie sehen wie Blasen vom inneren Zylinder in den äußeren Zylinder aufsteigen. Die Elektrolyse ist beendet wenn das Wasser in den inneren Zylindern vollständig im Verhältnis 2 zu 1 (2 Teile Wasserstoff, 1 Teil Sauerstoff) verdrängt ist. Der Zylinder mit mehr Gas ist der Wasserstoff Zylinder.

**Schritt 4:** Schalten Sie das Batteriepaket aus. Folgen Sie den Anweisungen in Kapitel 5, Abschnitt A Schritt 4 um alle inneren Gase aus der Brennstoffzelle zu entfernen und die Produktion von Wasserstoff zu optimieren. Danach wiederholen Sie die Schritte 2 und 3.

**Schritt 5:** Wenn Sie Blasen aus dem Wasserstoffzylinder an die Wasseroberfläche steigen sehen, schalten Sie das Batteriepaket aus und trennen Sie es von der Brennstoffzelle.

## 6. Inbetriebnahme des Bausatzes

Nachdem Sie den Zusammenbau des Bausatzes wie beschrieben in Kapitel 4: "Zusammenbau des Bausatzes" und die Elektrolyse wie in Kapitel 5: „Elektrolyse: Wasserstoff aus Wasser erzeugen“ beendet haben, können Sie den Bausatz mit Wasserstoff betreiben:

**Schritt 1:** Trennen Sie den Sonnenkollektor von der Brennstoffzelle. Falls Sie das Batteriepaket benutzt haben, trennen Sie dieses von der Brennstoffzelle.

**Schritt 2:** Heben Sie den Bausatz vorne an, sodass der Motor nicht den Boden berührt. Stecken Sie den roten und den schwarzen Draht des Motors in die roten und schwarzen Buchsen der Brennstoffzelle. Stellen Sie den Bausatz auf eine ebene und flache Oberfläche und sehen Sie zu wie er losfährt! Die zwei blauen LED-Lichter an der Vorderseite des Motors werden anfangen zu leuchten. Das Hydrocar wird selbstständig seinen Weg finden und Hindernisse eigenständig umfahren. Sie werden sehen wie vorwärts und rückwärts fährt bis es einen Weg frei von Hindernissen findet. Das Hydrocar wird solange fahren bis alles Wasserstoffgas im Zylinder verbraucht ist.



## 7. Hinweise für die optimale Nutzung

1. Stellen Sie sicher, dass Sie nur destilliertes Wasser benutzen. Anderes Wasser beinhaltet Substanzen und Mineralien welche die Brennstoffzelle kontaminieren und zerstören können. Falls Sie beobachten, dass die Brennstoffzelle rostet, bedeutet dies, dass Sie nicht das richtige Wasser (destilliertes Wasser) für Ihre Experimente benutzt haben.
2. Benutzen Sie nur das bereitgestellte Batteriepaket und kaufen Sie zwei Batterien Größe AA, vorzugsweise Alkaline Batterien.
3. Stellen Sie sicher, dass die Brennstoffzelle gut hydratisiert ist, indem Sie diese mit einer Spritze mit Wasser versorgen, bevor Sie mit der Elektrolyse beginnen.
4. Sie werden die beste Leistung erreichen, wenn der gesamte Prozess der Elektrolyse 3 bis 4 Mal wiederholt wird. Der Grund dafür ist die erhöhte Hydratation der PEM Membran in der Brennstoffzelle nach wiederholter Anwendung. Die optimale Umgebungstemperatur liegt bei 20°C – 30°C. Stellen Sie ebenfalls sicher, dass das Reservoir mit destilliertem Wasser bis zur Nullmarkierung gefüllt ist, bevor Sie mit der Elektrolyse beginnen.
5. Stellen Sie sicher, dass die kleinen Abflüsse der inneren Zylinder nicht von dem Plastikkranz am Boden des äußeren Zylinders blockiert sind. Wasserstoff und Sauerstoff sind leichter als Wasser, deshalb werden sie an die Spitze der inneren Schläuche strömen. Dort ersetzen sie Wasser. Falls diese kleinen Öffnungen blockiert sind, wird innerhalb der Brennstoffzelle zu viel Druck aufgebaut, welcher die Brennstoffzelle beschädigen kann.
6. Wenn Sie das Hydrocar mehrere Male nacheinander betreiben, kann das Wasser im oberen Teil des äußeren Zylinders nicht in den inneren Zylinder übergehen. Der Grund dafür ist ein Vakuum im Schlauchmaterial. Trennen Sie den Schlauch von dem oberen Ansatzrohr der Brennstoffzelle. Wasser wird dann wie gewünscht in den inneren Zylinder übergehen.
7. Die Brennstoffzelle kann sehr empfindlich auf Partikel in der Luft reagieren. Wenn Sie das Hydrocar nicht mehr benutzen, empfehlen wir Ihnen die Brennstoffzelle in einer verschlossenen Plastiktüte aufzubewahren. Dadurch wird die Brennstoffzelle geschützt.
8. Wenn Sie einen Sonnenkollektor nutzen, sollte dessen Stromstärke nicht mehr als 0,7A und die Spannung nicht mehr als 2V betragen. Ein Sonnenkollektor mit höherer Leistung könnte die Brennstoffzelle beschädigen!
9. Die Brennstoffzelle kann vollständig zerstört werden, falls das rote Kabel des Batteriepakets in die schwarze Buchse der Brennstoffzelle gesteckt wird.
10. Stellen Sie sicher, dass die Brennstoffzelle durch eine Injektion von Wasser hydratisiert wurde, bevor Sie mit der Elektrolyse beginnen. Warten Sie 5 bis 10 Minuten bis die Brennstoffzelle komplett hydratisiert ist.

## 8. Problemlösungen

### 1. Der Wasserpegel fällt nicht obwohl die außen stehenden kurzen Gummischläuche auf beiden Seiten der Brennstoffzelle herausgezogen sind.

Lösung: Überprüfen Sie, ob die Löcher des inneren Zylinders blockiert sind. Falls ja, drehen Sie den inneren Zylinder bis Wasser durch die Löcher in den inneren Zylinder fließt.

### 2. Der Elektrolyser produziert keinen Wasserstoff / kein Sauerstoff.

Lösung: a. Überprüfen Sie, ob die Kabel richtig verbunden sind und ob es lockere Verbindungen gibt. Die Brennstoffzelle kann vollständig zerstört werden, falls das rote Kabel des Batteriepakets in die schwarze Buchse der Brennstoffzelle gesteckt wird.  
b. Überprüfen Sie ob das Batteriepaket eingeschaltet ist ("On" Position)

### 3. Der Prozess der Wasserelektrolyse verlangsamt sich.

Lösung: a. Füllen Sie Wasser auf der Sauerstoff Seite der Brennstoffzelle nach und warten Sie etwa 5 Minuten.  
b. Ersetzen Sie alte AA Batterien durch Neue innerhalb des Batteriepakets.

### 4. Das Hydrocar bewegt sich nicht mehr, obwohl noch Wasserstoff im Behälter ist.

Lösung: a. Führen Sie die Gase ab und vollziehen Sie die Wasserelektrolyse für 4 bis 5 Minuten. Ziehen Sie den äußeren kurzen Wasserstoffabgangsschlauch und die Sauerstoffschläuche heraus um Gas abzuführen. Vollziehen Sie die Wasserelektrolyse nochmals bis der Wasserstoffbehälter gefüllt ist. Verbinden Sie dann den Motor mit der Brennstoffzelle. Falls das Problem weiterhin besteht, fahren Sie mit dem nächsten Schritt fort.  
b. Lassen sie den Prozess der Wasserelektrolyse für ungefähr 10 Minuten laufen, um das restliche Wasser zu verbrauchen. Um Wasser aus der Brennstoffzelle zu drücken, führen Sie die Gase ab. Vollziehen sie die Wasserelektrolyse noch einmal bis der Wasserstoffbehälter gefüllt ist. Schließen Sie danach den Motor an die Brennstoffzelle an.

## Willkommen im Wasserstoffzeitalter



## I. About the Hydrocar

The **Hydrocar** is a futuristic educational kit that contains one of the most exciting and advanced technologies of the 21st century. This kit operates on 100% clean fuel produced by a reversible fuel cell that converts water to hydrogen using energy captured from the sun. To help improve the quality of our environment, reduce the impact of soaring energy costs, and decrease our dependence on imported oil, the time is right to start introducing the world to the benefits of hydrogen fuel cell technologies.

Around the world, scientists and researchers are looking to find new ways to meet our growing energy needs without further damaging our environment or endangering our planet. One alternative is hydrogen, which can be created using clean, renewable sources such as wind and solar power. Using a device called an electrolyzer, water can be used to form hydrogen. Fuel cells can then convert hydrogen to electrical energy to power anything from vehicles and homes to electronic devices.

This **Hydrocar** kit is conveniently designed to bring the latest research out of the laboratories and into your hands - so that you too can join the global scientific community in bringing the world into the Hydrogen Age.

### a. Why Hydrogen?

Our civilization consumes carbon-based fossil fuels 100,000 times faster than they are being made available, raising many questions about global supplies and whether they are able to meet the world's fast-growing global energy demand. With geopolitical uncertainties in oil producing countries and insufficient oil refining capacity, our global economy is already under significant pressure. Oil is critical to the well-being of entire nations, therefore new technologies that can reduce the dependence on imported oil are becoming strategic. National security concerns are now encouraging scientists from all over the world to develop new energy technology solutions such as hydrogen fuel cells.

An even greater issue has to do with the consumption of oil itself. Fossil fuels contain carbon, and burning gasoline in our vehicles creates toxic air pollution in our cities and contributes to massive amounts of carbon dioxide being released into our atmosphere. Carbon dioxide accumulation is the cause of greenhouse effects and global warming. For more than 100 years, humans have burned tremendous amounts of carbon-based fuels, causing our atmosphere to heat up. Global warming can now be witnessed by increasingly violent storms, desertification, shrinking mountain glaciers, melting polar ice caps, changing ocean currents and rising sea water levels. We are just starting to notice the effects.

Our society needs a new and renewable fuel and hydrogen is the best solution for the long term.

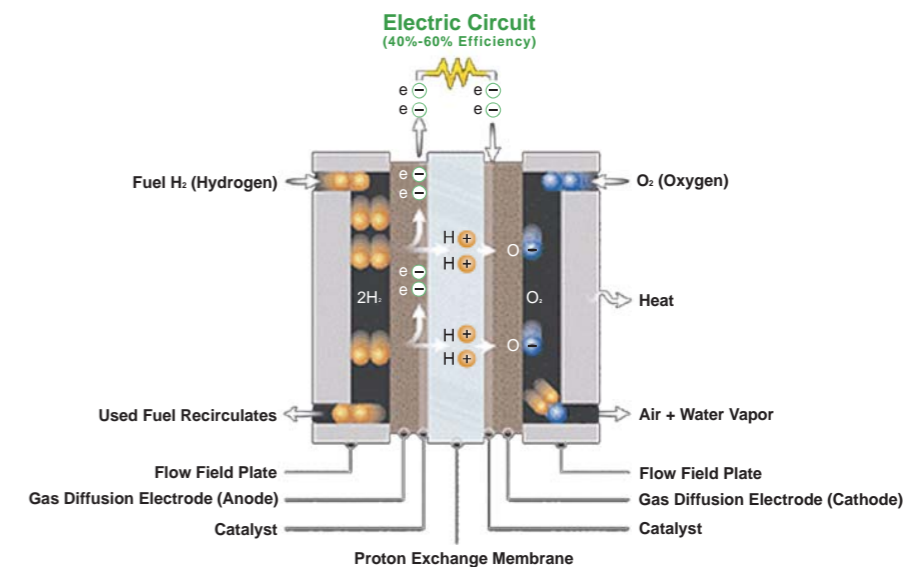
Indeed, hydrogen is the most abundant element in our universe and carries the most energy per unit of weight. This carbon-free fuel can be produced either by using traditional or renewable power sources such as solar or wind power. Once captured, hydrogen can be converted back to usable energy in numerous applications, including vehicles. This means our every day fuel can be produced locally, and in unlimited quantities. When it is consumed in the fuel cell, the result is electricity and water. This water can then be used to produce hydrogen and oxygen, making the cycle continuous and natural, with no toxic emissions. There are many challenges to making this a reality, but it's only a matter of time... ..and human ingenuity!



Around the world, several "Hydrogen Highway" projects are being developed and over 200 hydrogen refueling stations have already been built to service the first fuel cell vehicles.

### b. What is a fuel cell and how does it work?

A fuel cell is a device that can convert hydrogen to usable electric power. The fuel cell is an assembly of advanced material layers where hydrogen and oxygen react with each other to generate electricity and water, without any combustion.





Serious interest in fuel cells did not begin until the 1960's, when they were used as power for man's first missions to the moon. Although fuel cells still provide electricity and water for today's space missions, this unique technology is now aimed at promoting a global transition to renewable energy sources. Fuel cell vehicles that use hydrogen as fuel are called "zero emission vehicles." If fuel cell vehicles were to use hydrogen produced by renewable sources of energy such as solar or wind power, our fuel supply would be unlimited - and consumption of hydrogen through fuel cells would not create any waste nor air pollution.

The **Hydrocar** uses a reversible Proton Exchange Membrane (PEM) fuel cell (see section 3, List of components - part C). It generates electrical energy by consuming hydrogen located in the on-board hydrogen storage cylinder (see section 3, List of parts and components, part F) which reacts with oxygen, which is also created and stored on-board the kit.

The **Hydrocar** will independently find its way past any obstacles in its path. You will see it run and reverse until it can find a forward direction clear of barriers. When the kit runs on its own hydrogen, two bright blue LED lights will start to flash from the top of the kit's motor.

Now build your own hydrogen kit to learn about this revolutionary energy technology!

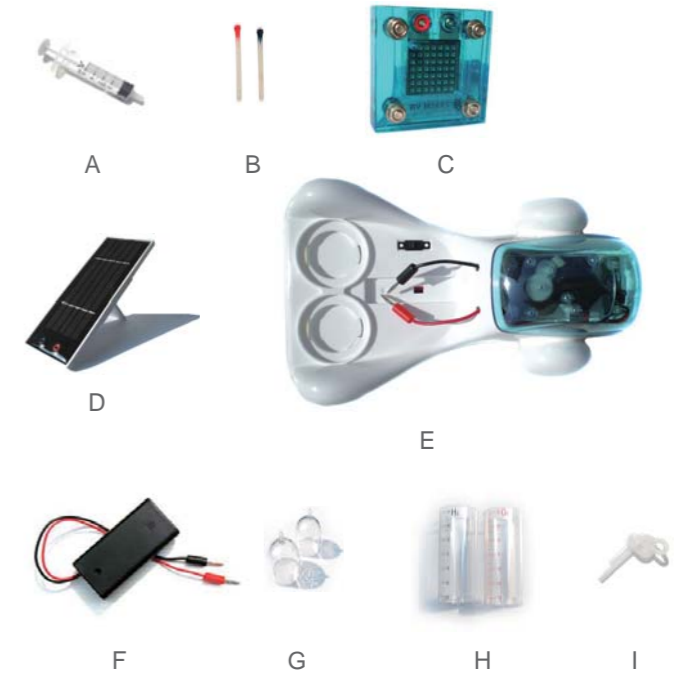
## 2. General safety Instructions

**To avoid the risk of property damage, serious injury or death:**

1. Read carefully and fully understand the instructions before starting assembly of this kit.
2. This kit is intended only for use by persons 14 years old and up, and only under the supervision of adults who have read and understood the instructions in this user manual.
3. When assembling this kit, tools may be used. Extra care should be taken to avoid personal injury.
4. Some parts are small and fragile; please be careful when handling and connecting parts to avoid breakage. Handle all parts and components with care.
5. Do not attempt to use any part, item, or component provided in this kit for any other purpose than what is instructed in this manual. Do not attempt to disassemble any part, item or component in this kit.
6. Turn off the battery pack when not in use. When the battery pack is turned on, do not allow the metal leads to touch. Remove the batteries after use, and during storage.
7. Empty all water, hydrogen and oxygen from each component after use.
8. Clean your hands after working with the kit.

## 3. List of Components

- A. Syringe
- B. Short rubber tubes (see Chapter 4, Step 1)
- C. Reversible Fuel Cell
- D. Solar panel
- E. Kit chassis with motor and LED lights
- F. Battery pack
- G. Inner cylinders
- H. Outer cylinders
- I. Long rubber tubes (see Chapter 4, Step 1)



You will also need the following 3 items (not included in this kit):

- 2 AA batteries (alkaline batteries highly recommended)
- Scissors
- 100 ml of distilled water\*

\* Distilled water is highly recommended for optimal use.

## 4. Assembly of the kit

- Step 1:** Use the scissors (not included in this kit) to cut out two lengths of 4 cm (1.5 inches) of rubber tubing from the long rubber tube provided in the kit. Place the red pin into one of the 4 cm (1.5 inches) rubber tubes, and the black pin into the other 4 cm (1.5 inches) rubber tube. These short rubber tubes become part (B) of the kit. Cut the remaining long rubber tube into two equal pieces. These two longer pieces will be used to form part (I) of the kit.
- Step 2:** Attach the short rubber tube (B) with the black pin to the top nozzle on the hydrogen side of the fuel cell (marked H<sub>2</sub>). Attach the other short rubber tube (B) with the red pin to the top nozzle on the oxygen side of the fuel cell (marked O<sub>2</sub>).
- Step 3:** Insert the fuel cell (C) with the attached short rubber tubes (B) into the rectangular slot on the chassis (E).

**Step 4:** Insert the hydrogen and oxygen outer storage cylinders (H) into the round slots located on the chassis (E). Fill the cylinders with distilled water upto the 20 mark on each of the outer storage cylinders (H).

Insert the inner cylinders (G) into the outer cylinders (H) so that the inner cylinders (G) are filled with water. There are two notches at the bottom of each of the inner cylinders (G). These openings allow for gas to escape the inner cylinders (G) into the outer cylinders (H) to limit the amount of gas stored. Make sure these openings are not blocked by the raised plastic frame holding the inner cylinders (G). Push on the top of the inner cylinders (G) to be sure they fit firmly onto the plastic rim located at the bottom of the outer storage cylinders (H).

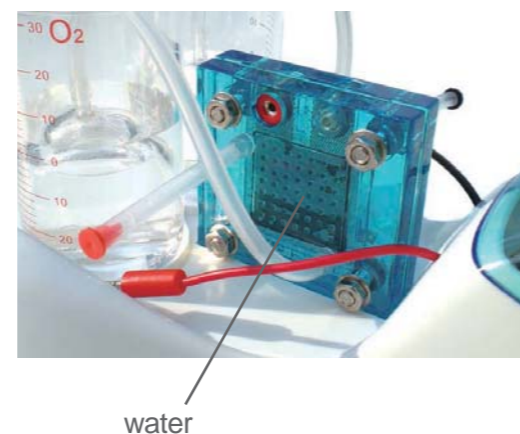
**Step 5:** Attach the long tubes (I) to the top of the inner cylinders (G). Attach the long tube coming from the hydrogen storage cylinder to the lower nozzle of the hydrogen side of the fuel cell. Attach the long tube coming from the oxygen storage cylinder to the lower nozzle of the oxygen side of the fuel cell.



**Step 6:** Good ion conductivity is critical to the performance of the fuel cell. In order to ensure good conductivity, the fuel cell's membrane needs to be properly humidified.

In order to hydrate the fuel cell, complete the following points:

Use the syringe (A) to suck distilled water (purchased separately) into the syringe. Once the syringe is filled with distilled water, place the syringe into the top nozzle on the oxygen side of the fuel cell (C) and proceed to push water into the oxygen side of the fuel cell (marked O<sub>2</sub>) until you see water passing through the chamber in front of the screen and out the lower nozzle. Leave the fuel cell for 5 to 10 minutes to fully hydrate.



## 5. Electrolysis: create Hydrogen from water

Electrolysis is the process of converting electrical energy to chemical energy. When an electrical charge is applied to water, the charge breaks the chemical bond between hydrogen and oxygen and creates charged particles called ions. In this case, positively charged hydrogen ions and negatively charged ions are formed. An electrolyzer has 2 electrodes where the ions form. One electrode, called the anode, is positively charged, and attracts negatively charged ions. The other electrode is called the cathode and attracts the positively charged hydrogen ions.

Reversible fuel cells can be used to perform electrolysis. In a fuel cell, the electrolyte is part of the membrane assembly. When a current is applied to a fuel cell, it will electrolyze water producing hydrogen on the cathode side and oxygen on the anode side.

**Note:** Follow these next instructions only after you have completed all the steps in Chapter 4: "Assembly of the kit". Make sure the fuel cell has been hydrated by injecting water using the syringe before proceeding to electrolysis.



**Warning:** Using non-distilled water damages the electrodes of the fuel cells. Fuel cells use nano-scale or carbon supported platinum as a catalyst, and these particles are very sensitive to impurities found in non-distilled water.

For the purposes of this hydrocar kit, high quality drinking water or tap water with low mineral content can also be used - however usability of the kit will inevitably be shortened.

The Fuel Cell must ONLY be hydrated through the O<sub>2</sub> side and NOT through the H<sub>2</sub> side, failure to do so will result in the blockage of hydrogen flow.

### a. Using Solar Panel for electrolysis

The Hydrocar kit can use a small solar photovoltaic cell for the electrolysis process as a way to capture renewable energy from the sun. Please follow the instructions below:

**Step 1:** Insert one end with the banana plug of the red cable into the red jack of the solar panel, the other end with the banana plug into the fuel cell.

**Step 2:** Insert one end with the banana plug of the black cable into the black jack of the solar panel, the other end with the banana plug into the fuel cell.

**Step 3:** Place the solar panel in direct sunlight. With strong, direct sunlight, you will see oxygen and hydrogen gases being produced in the inner gas cylinders. It will take approximately 5 - 10 minutes to fill up the inner hydrogen cylinder.



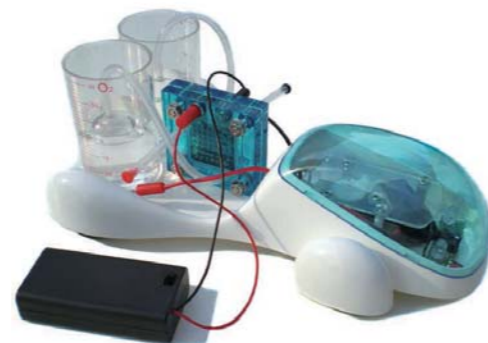
**Step 4:** The first time you operate electrolysis of water, it is possible that you will not arrive at the optimal result of hydrogen and oxygen production at a 2:1 ratio. To optimize the production of hydrogen, you will need to follow these points: Disconnect the solar panel from the fuel cell. Remove the red and black pins from the short tubes attached to the fuel cell to release hydrogen. After 2 seconds, quickly re-attach the pins to the short rubber tubes. You will need to complete this step to remove all inner gases from the fuel cell. Then repeat steps 1, 2 and 3.

**Step 5:** When you see the bubbles coming from the hydrogen cylinder and rising to the surface of the water, disconnect the solar panel from the fuel cell.

## b. Or using Battery Pack for electrolysis

**Step 1:** Make sure the battery pack (F) is switched to “off”. Insert 2 new AA batteries into the battery pack (F) provided in this kit. Do not use any other battery pack - this has been designed specifically for this reversible fuel cell.

**Step 2:** Be very careful to insert the red wire from the power jack into the red jack (oxygen side) of the fuel cell, and the black wire from the power jack into the black jack (hydrogen side) of the fuel cell. The fuel cell could be completely destroyed if the power supply is not connected properly.



**Step 3:** Switch the battery pack to the “on” position to start electrolysis. You will know oxygen and hydrogen gases are being produced when water is displaced to the top of the water storage cylinders. You can also measure the gas produced by measuring what looks like empty space gradually increasing in the top of the inner cylinders (this takes approx 5 minutes). When the hydrogen inner cylinder is full of hydrogen gas, you will begin to see bubbles coming out of the inner cylinder into the outer cylinder. Electrolysis is completed when water in the inner cylinders is completely displaced at a 2:1 ratio (2 parts hydrogen, 1 part oxygen). The cylinder with more gas is the hydrogen cylinder.

**Step 4:** Switch the battery pack off. Follow the instructions in Part 5a, Step 4, in order to remove all inner gases from the fuel cell and optimize the production of hydrogen. Then repeat steps 2 and 3.

**Step 5:** When you see the bubbles coming from the hydrogen cylinder and rising to the surface of the water, switch off the battery pack and disconnect it from the fuel cell.

## 6. Hydrogen Fuel Cell Kit Operation

Once you have completed the assembly of the kit as described in “Chapter 4: Assembly of the kit”, and completed electrolysis as described in “Chapter 5: Electrolysis Operation”, you can run your fuel cell kit with hydrogen.

**Step 1:** Disconnect the solar panel from the fuel cell. If you used the battery pack, disconnect it from the fuel cell.

**Step 2:** Hold up the front of the kit so the motor does not touch the ground. Plug the red and black wires from the kit motor into the red and black jacks on the fuel cell. Place the kit on a smooth and flat surface and watch it go! The two blue LED lights on the front of the motor will also start to flash. The kit will independently find its way past any obstacles in its path, and you will see it turn and reverse until it can find a forward direction clear of barriers. The kit will continue to run on its own until all the hydrogen gas stored in the inner cylinder is consumed.



## 7. Advice for Optimal Operation

1. Make sure you use distilled water only. Any other water will contain substances and minerals that can contaminate and destroy the fuel cell. If you notice the fuel cell rusting – it means the appropriate water (distilled water) was not used for your experiments.
2. Only use the power pack provided and purchase 2 AA batteries, preferably alkaline batteries.
3. Make sure the fuel cell is well hydrated before any electrolysis operation by filling it with water using the syringe.
4. You will have maximum performance when the entire electrolysis process is repeated three to four times. This is due to the increased hydration of the PEM membrane in the fuel cell after repeated use. Optimal temperature: 20°C - 30°C. Make sure the reservoir is filled with distilled water to the zero mark on the outer cylinders before proceeding with electrolysis.
5. Ensure that the small outlets on the inner cylinders are not blocked by the plastic rim on the bottom of the outer cylinder. Hydrogen and oxygen are lighter than water so they flow to the top of the inner tube, displacing the water. If these small holes are blocked, too much pressure will build up inside the fuel cell and this will cause damage.
6. When you run the fuel cell multiple times, water in the upper part of the outer cylinder might not descend to the inner cylinder. This is because a vacuum has been created in the tubing. Disconnect the tubing from the upper nozzle of the fuel cell and the water will descend into the inner cylinder appropriately.
7. The fuel cell left in the open air is very sensitive to volatile organic compounds, which will affect the performance of the fuel cell. So when you are finished using the kit, it is highly recommended to place the fuel cell inside an air-sealed plastic bag, such as a ziploc bag. This will protect the fuel cell while you are not using your kit.
8. When using a solar panel, the current output of the solar panel should be no more than 0.7 A, and normal voltage no higher than 2V. A solar panel creating higher output and voltage may damage the fuel cell.
9. The fuel cell could be completely destroyed if the red wire of the battery pack is connected to the black jack of the fuel cell.
10. Make sure the fuel cell has been hydrated by injecting water using the syringe before proceeding to electrolysis. Leave the water inside the fuel cell for 5 to 10 minutes to fully hydrate the fuel cell.

## 8. Troubleshooting

### 1. The water levels do not drop when the gas outlet tubes on both sides of the fuel cell are unplugged.

Solution: Check whether the holes on the wall of the inner cylinder are blocked. If so, turn the inner cylinder until water enters the holes and fills up the inner cylinder.

### 2. The electrolyzer does not produce hydrogen and/or oxygen.

Solution: a. Check whether the wires are appropriately connected, and whether there are any loose connections. The fuel cell could be completely destroyed if the red wire of the battery pack is connected to the black jack of the fuel cell.

b. Check whether the switch of the battery pack is in the “on” position.

### 3. The water electrolysis process slows down.

Solution: a. Add water to the oxygen side of the fuel cell and wait for about 5 minutes.

b. Replace old AA batteries with new AA batteries inside the battery pack.

### 4. The kit stops moving while there is still hydrogen left inside the tanks.

Solution: a. Purge the gases and perform water electrolysis for 4-5 minutes. Unplug the hydrogen gas outlet tube and oxygen gas tubes to purge the gases. Perform water electrolysis again until the hydrogen tank is filled, and connect the motor to the fuel cell. If the problem persists, go to the next step.

b. Let the water electrolysis process last about 10 minutes to consume the residual water. To push water out of the fuel cell, purge the gases. Perform water electrolysis once more until the hydrogen tank is filled, then connect the motor to the fuel cell.

## welcome to the Hydrogen Age!



## I. Au sujet de Hydrocar

Le Hydrocar est un kit éducatif futuriste qui contient une des technologies les plus passionnantes et les plus avancées du 21<sup>ème</sup> siècle. Ce kit opère le carburant propre de 100% produit par une cellule de carburant réversible qui convertit l'eau en hydrogène en utilisant l'énergie capturée du soleil. Pour aider à améliorer la qualité de notre environnement, réduire l'impact des coûts d'énergie solaire, et diminuer notre dépendance du pétrole importé, le temps est juste de commencer à présenter le monde aux avantages des technologies de cellules de carburant d'hydrogène.

Dans le monde, les scientifiques et les chercheurs recherchent de nouveaux moyens afin de satisfaire nos besoins énergétiques croissants sans autre dommages de notre environnement ou mettre en danger notre planète. Une alternative est l'hydrogène, qui peut être créé en utilisant des sources propres et renouvelables telles que le vent et l'énergie solaire. Utilisant un dispositif appelé électrolyseur, l'eau peut être employée pour former l'hydrogène. Les cellules de carburant peuvent alors convertir l'hydrogène en énergie électrique afin de alimenter n'importe quelle chose des véhicules et maisons aux dispositifs électroniques.

Ce kit de Hydrocar est commodément conçu pour sortir la dernière recherche des laboratoires et la mettre dans vos mains - de sorte que vous aussi puissiez joindre la communauté scientifique globale en introduisant le monde dans l'âge d'hydrogène.

### a. Pourquoi l'hydrogène ?

Notre civilisation consomme les combustibles fossiles carbone-basés 100.000 fois plus rapidement qu'ils sont rendus disponibles, soulevant beaucoup de questions au sujet des approvisionnements globaux et s'ils peuvent satisfaire à la demande énergétique globale de croissance rapide du monde. Avec des incertitudes géopolitiques dans les pays producteurs de pétrole et la capacité insuffisante de raffinage du pétrole, notre économie globale est déjà sous la pression significative. L'huile est critique au bien-être des nations entières, donc les nouvelles technologies qui peuvent réduire la dépendance du pétrole importé deviennent stratégiques. Les soucis de sécurité nationale encouragent maintenant des scientifiques du monde à développer de nouvelles solutions de technologie d'énergie tels que cellules de carburant d'hydrogène.

Une issue encore plus importante est la consommation d'huile elle-même. Les combustibles fossiles contiennent le carbone, et l'essence brûlante dans nos voitures crée la pollution atmosphérique toxique dans nos villes et contribue aux quantités massives d'oxyde de carbone étant déchargé dans notre atmosphère. L'accumulation d'oxyde de carbone est la cause des effets de serre et du chauffage global. Pendant plus de 100 ans, les humains ont brûlé des quantités énormes de carburants carbone-basés, faisant rechauffer notre atmosphère. Le chauffage global peut maintenant être été témoin par plus des tempêtes violentes, désertification, réduire glaciers de montagne, fondre chapeaux de glace polaires, changer courants d'océan et niveaux de la mer. Nous sommes juste en train de commencer à noter les effets.

Notre société a besoin d'un nouveau et renouvelable carburant et l'hydrogène est la meilleure solution pour le long terme.

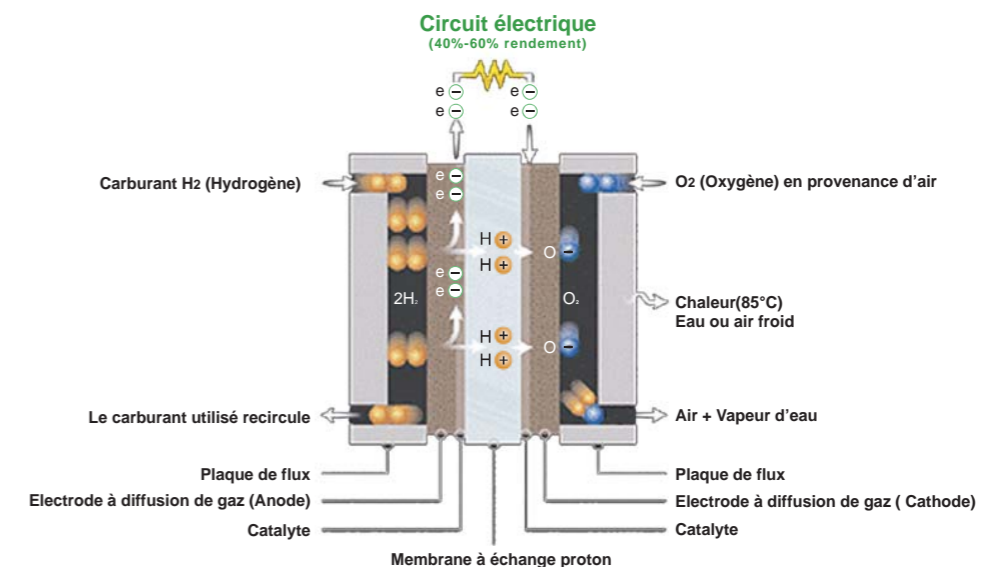
En effet, l'hydrogène est l'élément le plus abondant dans notre univers et porte la plupart d'énergie par unité de poids. Ce carburant carbone-libre peut être produit en employant des sources d'énergie traditionnelles ou renouvelables telles que l'énergie solaire ou de vent. Une fois que l'hydrogène est capturé, il peut être converti de nouveau à l'énergie utilisable dans nombreuses applications, y compris des voitures. Ceci signifie que notre carburant quotidien peut être produit localement, et en quantité illimitée. Quand il est consommé dans la cellule de carburant, le résultat est l'électricité et de l'eau. L'eau peut alors être employée pour produire l'hydrogène et l'oxygène, rendant le cycle continu et normal, sans les émissions toxiques. Il y a beaucoup de challenges pour le rendre une réalité, mais c'est seulement une question de temps..... et d'ingéniosité humaine !



Dans le monde, plusieurs projets "Route d'Hydrogène" sont développés et plus de 200 stations de ravitaillement d'hydrogène ont été déjà établies pour servir les premières voitures de cellules de carburant.

### b. Quelle est une cellule de carburant et comment il travaille ?

Une cellule de carburant est un dispositif qui peut convertir l'hydrogène en énergie électrique utilisable. La cellule de carburant est un ensemble des couches matérielles avancées où l'hydrogène et l'oxygène réagissent avec l'un et l'autre pour produire de l'électricité et de l'eau, sans n'importe quelle combustion.



L'intérêt sérieux des cellules de carburant n'a pas commencé jusqu'aux années 60, quand ils ont été employés comme la puissance pour les premières missions humaines à la lune. Bien que les cellules de carburant encore fournissent l'électricité et de l'eau pour des missions d'espace d'aujourd'hui, cette technologie unique est maintenant visée à favoriser une transition globale aux sources d'énergie renouvelable. Voitures de cellules de carburant qui emploient l'hydrogène comme carburant s'appellent "les véhicules zéro d'émission." Si les voitures de cellules de carburant devaient employer l'hydrogène produit par des sources d'énergie renouvelables telles que solaire ou éolienne, notre approvisionnement en carburant serait illimité - et la consommation de l'hydrogène par des cellules de carburant ne créerait aucune perte ni pollution atmosphérique.

Le Hydrocar emploie une cellule de carburant de la Membrane d'Echange de Proton réversible (MEP) (voir la section 3, liste des composants - la partie C). Il produit de l'énergie électrique en consommant l'hydrogène situé dans le cylindre de stockage d'hydrogène (voir la section 3, la liste des pièces et les composants, la partie F) qui réagit avec l'oxygène, qui est également crée et stocké dans le kit.

Le Hydrocar trouvera indépendamment son chemin et passera tous les obstacles dans son chemin. Vous le verrez courir et s'inverser jusqu'à ce qu'il puisse trouver un espace libre vers la direction d'avant sans barrières. Quand le kit fonctionne avec son hydrogène propre, deux LED des lumières bleus commenceront à clignoter au dessus du moteur du kit.

Construisez maintenant votre kit d'hydrogène propre pour se renseigner sur cette technologie révolutionnaire d'énergie !

## 2. Instructions de sûreté générales

**Pour éviter le risque de dégâts de propriété, de dommages sérieux ou de mort :**

1. Lisez attentivement et comprenez entièrement les instructions avant de mettre en marche l'ensemble de ce kit.
2. Ce kit est prévu seulement à l'usage des personnes de 14 ans de plus, et seulement sous la surveillance des adultes qui ont lu et ont compris les instructions dans ce manuel d'utilisateur.
3. En assemblant ce kit, les outils sont à utiliser. Veuillez faire attention particulière afin d'éviter les blessures du personnel.
4. Quelques pièces sont petites et fragiles ; veuillez faire attention quand manipulez et reliez des pièces pour éviter la rupture. Manipulez toutes les pièces et composants avec soin.
5. N'essayez pas de n'employer aucune partie, article, ou composant donné dans ce kit pour autre raison que ce qui est instruit dans ce manuel. N'essayez pas de ne démonter aucune partie, article ou composant dans ce kit.
6. Arrêtez le paquet de batterie quand il n'est pas en service. Quand le paquet de batterie est allumé, ne permettez pas le métal à toucher. Enlevez-les après utilisation de batteries, et pendant le stockage.
7. Videz de l'eau, hydrogène et oxygène de chaque composant après utilisation.
8. Nettoyez vos mains après avoir travaillé avec le kit.

## 3. Liste de composants

- A. Seringue
- B. Tubes en caoutchouc courts (voir le chapitre 4, étape 1)
- C. Cellule de Carburant Reversible
- D. Panneau solaire
- E. Châssis de kit avec le moteur et les lumières de LED
- F. Paque de batterie
- H. Cylindres externe
- H. Äußere Zylinder
- I. Tubes en caoutchouc longs (voir le chapitre 4, étape 1)



Vous aurez besoin également des 3 articles suivants (non inclus dans ce kit):

- 2 Batteries AA (batteries alcalins fortement recommandés)
- Ciseaux
- 100 ml d'eau distillée\*

\* L'eau distillée est fortement recommandée pour l'usage optimal.

## 4. Assemblée du kit

**Étape 1:** Employez les ciseaux (non inclus dans ce kit) pour couper deux longueurs de 4 centimètres (1.5 pouce) de tuyauterie en caoutchouc du long tube en caoutchouc fourni dans le kit. Placez la goupille rouge dans un des tubes en caoutchouc de 4 centimètres (1.5 pouce), et la goupille noire dans l'autre tube en caoutchouc de 4 centimètres (1.5 pouce). Ces tubes en caoutchouc courts deviennent la partie (B) du kit. Coupez le long tube en caoutchouc restant en deux morceaux égaux. Ces deux plus longs morceaux seront employés pour former (I) du kit.

**Étape 2:** Attachez le tube en caoutchouc court (B) avec la goupille noire au bec supérieur du côté d'hydrogène de la cellule de carburant (H<sub>2</sub> marqué). Attachez l'autre tube en caoutchouc court (B) avec la goupille rouge au bec supérieur du côté de l'oxygène de la cellule de carburant (O<sub>2</sub> marqué).

**Étape 3 :** Insérez la cellule de carburant (C) avec les tubes en caoutchouc courts attachés (B) dans la fente rectangulaire sur le châssis (E).

**Étape 4:** Insérez les cylindres de stockage d'hydrogène et de l'oxygène externes (H) dans les fentes rondes situées sur le châssis (E). Remplissez cylindres de l'eau distillée à la marque zéro sur chacun des cylindres de stockage externes (H).

Insérez les cylindres internes (G) dans les cylindres externes (H) de sorte que les cylindres internes (G) soient remplis avec de l'eau. Il y a deux entailles au fond de chacun des cylindres internes (G). Ces ouvertures permettent le gaz d'échapper aux cylindres internes (G) dans les cylindres externes (H) afin de limiter la quantité de gaz stockée. Assurez-vous que ces ouvertures ne sont pas bloquées par l'armature plastique augmentée qui maintient les cylindres internes (G). Poussez sur la surface des cylindres internes (G) pour assurer qu'elles s'adaptent fermement à la jante plastique située au fond des cylindres de stockage externes (H).

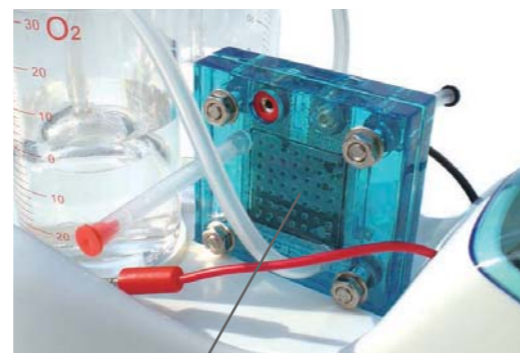
**Étape 5:** Attachez les tubes longs (I) au dessus des cylindres internes (G). Attachez le tube long qui vient du cylindre de stockage d'hydrogène au bec inférieur du côté d'hydrogène de la cellule de carburant. Attachez le tube long qui vient du cylindre de stockage de l'oxygène au bec inférieur du côté de l'oxygène de la cellule de carburant.



**Étape 6:** La bonne conductivité d'ion est critique pour la performance de la cellule de carburant. Afin d'assurer la bonne conductivité, la membrane des cellules de carburant doit être correctement humidifiée.

Afin d'hydrater la cellule de carburant, accomplissez les points suivants:

Utilisez la seringue (A) pour sucer l'eau distillée (achetée séparément) dans la seringue. Une fois que la seringue est remplie de l'eau distillée, placez la seringue dans le bec supérieur du côté de l'oxygène de la cellule de carburant (C) et continuez à pousser l'eau dans le côté de l'oxygène de la cellule de carburant (O<sub>2</sub> marqué) jusqu'à ce que vous voyiez l'eau passer dans la chambre devant l'écran et sortir du bec inférieur. Laissez la cellule de carburant pendant 5 à 10 minutes afin de entièrement hydrater.



De l'eau

## 5. Électrolyse : créez l'hydrogène de l'eau

L'électrolyse est le processus de convertir l'énergie électrique en énergie chimique. Quand une charge de l'électricité est appliquée à l'eau, la charge casse la liaison chimique entre l'hydrogène et l'oxygène et crée les particules chargées appelées les ions. Dans ce cas, les ions d'hydrogène positivement chargés et les ions négativement chargés sont formés. Un électrolyseur a 2 électrodes où les ions forment. Une électrode, appelée l'anode, est positivement chargée, et attire les ions négativement chargés. L'autre électrode s'appelle la cathode et attire les ions d'hydrogène positivement chargés.

Des cellules de carburant réversibles peuvent être employées pour effectuer l'électrolyse. Dans une cellule de carburant, l'électrolyte fait partie de la membrane. Quand un courant est appliqué à une cellule de carburant, il électrolyse l'eau produisant l'hydrogène du côté de cathode et l'oxygène du côté d'anode

**Note:** Suivez ces prochaines instructions seulement après que vous avez accompli toutes les étapes dans le chapitre 4: "Assemblée du kit". Assurez-vous que la cellule de carburant a été hydratée par injecter l'eau à l'aide de la seringue avant de continuer l'électrolyse.



**Avertissement:** Utilisation de l'eau non-distillée endommage les électrodes des cellules de carburant. Les cellules de carburant emploient nano-échelle ou platine soutenu par carbone comme catalyseur, et ces particules sont très sensibles aux impuretés trouvées dans l'eau non-distillée.

Pour les buts de ce kit hydrocar, l'eau potable de haute qualité ou l'eau du robinet avec la basse teneur en minéraux peut également être employée - cependant l'usage du kit inévitablement se raccourcira.

La cellule de carburant doit SEULEMENT être hydratée par le côté O<sub>2</sub> et PAS par le côté H<sub>2</sub>, l'échec de faire ceci provoquera le blocage de l'écoulement d'hydrogène.

### a. Utilisation du panneau solaire pour l'électrolyse

Le kit de Hydrocar peut utiliser une petite cellule photovoltaïque solaire pour le procédé d'électrolyse comme manière de capturer l'énergie renouvelable du soleil. Veuillez suivre les instructions ci-dessous:

**Étape 1:** Insérez une extrémité avec la prise de banane de câble rouge dans le jack rouge du panneau solaire, l'autre extrémité avec la prise de banane dans la cellule de carburant.

**Étape 2:** Insérez une extrémité avec la prise de banane de câble noir dans le jack noir du panneau solaire, l'autre extrémité avec la prise de banane dans la cellule de carburant.

**Étape 3:** Placez le panneau solaire dans la lumière du soleil directe. Avec la lumière du soleil forte et directe, vous verrez les gaz de l'oxygène et d'hydrogène étant produits dans les cylindres de gaz internes. Il prendra approximativement 5-10 minutes pour remplir le cylindre d'hydrogène interne.



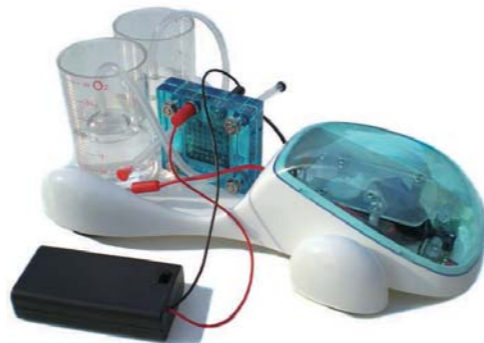
**Étape 4:** La première fois que vous opérez l'électrolyse de l'eau, il est possible que vous n'arriverez pas au résultat optimal de la production d'hydrogène et de l'oxygène avec un rapport de 2:1. Pour optimiser la production de l'hydrogène, vous devrez suivre ces points: Démontez le panneau solaire de la cellule de carburant. Enlevez les goupilles rouges et noires des tubes courts attachés à la cellule de carburant afin de délivrer l'hydrogène. Après 2 secondes, rattachez rapidement les goupilles aux tubes en caoutchouc courts. Vous devrez accomplir cette étape pour enlever tous les gaz internes de la cellule de carburant. Répétez alors étapes 1, 2 et 3.

**Étape 5:** Quand vous voyez les bulles qui viennent du cylindre d'hydrogène et montent sur la surface de l'eau, démontez le panneau solaire de la cellule de carburant.

## b. Ou utilisation du paquet de batterie pour l'électrolyse

**Étape 1:** Assurez-vous que le paquet de batterie (F) est commuté à "off". Insérez 2 nouvelles batteries de AA dans le paquet de batterie (F) fourni dans ce kit. N'utilisez pas autre paquet de batterie - ceci a été conçu spécifiquement pour cette cellule de carburant réversible.

**Étape 2:** Faites attention à insérer le fil rouge du jack de puissance au jack rouge (côté de l'oxygène) de la cellule de carburant, et le fil noir du jack de puissance au jack noir (côté d'hydrogène) de la cellule de carburant. La cellule de carburant pourrait être complètement détruite si l'alimentation d'énergie n'est pas connectée correctement.



**Étape 3:** Commutez le paquet de batterie à la position "on" pour commencer l'électrolyse. Vous saurez que les gaz de l'oxygène et d'hydrogène sont produits quand l'eau est déplacée au dessus des cylindres de stockage de l'eau. Vous pouvez également mesurer le gaz produit en mesurant l'espace vide qui augmente graduellement au dessus des cylindres internes (ceci prend approximativement 5 minutes). Quand le cylindre d'hydrogène interne est plein du gaz d'hydrogène, vous commencerez à voir des bulles sortir du cylindre interne dans le cylindre externe. L'électrolyse est accomplie quand l'eau dans les cylindres internes est complètement déplacée avec un rapport de 2:1 (2 parties d'hydrogène, 1 partie d'oxygène). Le cylindre avec plus de gaz est le cylindre d'hydrogène.

**Étape 4:** Coupez le paquet de batterie. Suivez les instructions dans la partie 5a, étape 4, afin d'enlever tous les gaz internes de la cellule de carburant et optimiser la production de l'hydrogène. Répétez alors les étapes 2 et 3.

**Étape 5:** Quand vous voyez les bulles qui viennent du cylindre d'hydrogène et monter sur la surface de l'eau, coupez le paquet de batterie et le déconnectez de la cellule de carburant.

## 6. Opération de Kit de Cellules de Carburant d'Hydrogène

Une fois que vous avez accompli l'ensemble du kit comme décrit dans le "chapitre 4: Assemblée du kit", et accompli électrolyse comme décrit dans le "chapitre 5 : Opération d'électrolyse", vous pouvez démarrer votre kit de cellules de carburant avec l'hydrogène.

**Étape 1:** Déconnectez le panneau solaire de la cellule de carburant. Si vous utilisez le paquet de batterie, déconnectez-le de la cellule de carburant.

**Étape 2:** Élevez l'avant du kit et le moteur ne touche pas la terre. Branchez les fils rouges et noirs du moteur de kit aux jacks rouges et noirs sur la cellule de carburant. Placez le kit sur une surface douce et plate et observez-le! Les deux lumières bleues de LED sur l'avant du moteur commenceront à clignoter. Le kit trouvera indépendamment son chemin et passera tous les obstacles dans son chemin, et vous le verrez tourner et s'inverser jusqu'à ce qu'il puisse trouver une direction d'avant sans des barrières. Le kit continuera à fonctionner tout seul jusqu'à tout le gaz d'hydrogène stocké dans le cylindre interne soit consommé.





## 7. Conseil pour l'Opération Optimale

1. Assurez-vous que vous seulement utilisez l'eau distillée. N'importe quelle autre eau contiendra les substances et les minerais qui peuvent souiller et détruire la cellule de carburant. Si vous notez que la cellule de carburant est rouillée - ceci signifie que l'eau appropriée (l'eau distillée) n'a pas été utilisée pour vos expériences.
2. Utilisez seulement le paquet de puissance fourni et achetez 2 batteries de AA, batteries alcalins préférablement
3. Assurez-vous que la cellule de carburant est bien hydratée avant n'importe quelle opération d'électrolyse par la remplir avec de l'eau à l'aide de la seringue.
4. Vous aurez la performance maximum quand le procédé d'électrolyse entier est répété trois à quatre fois. C'est dû à la hydratation accrue de la membrane de MEP dans la cellule de carburant après l'utilisation répétée. La température optimale : 20°C - 30°C. Assurez-vous que le réservoir est rempli de l'eau distillée à la marque zéro sur les cylindres externes avant de procéder à l'électrolyse.
5. Assurez-vous que les petites sorties sur les cylindres internes ne sont pas bloquées par la jante plastique au fond du cylindre externe. L'hydrogène et l'oxygène sont plus légers que l'eau et ils coulent au dessus du tube interne, déplaçant l'eau. Si ces petits trous sont bloqués, trop de pression s'accumulera à l'intérieur de la cellule de carburant et ceci provoquera dommages.
6. Quand vous démarrez les cellules de carburant plusieurs fois, l'eau dans la partie supérieure du cylindre externe ne pourrait pas descendre au cylindre intérieur. C'est parce qu'un vide a été créé dans la tuyauterie. Déconnectez la tuyauterie du bec supérieur de la cellule de carburant et l'eau descendra dans le cylindre interne convenablement.
7. La cellule de carburant laissée en plein air est très sensible aux composés organiques volatils, qui affecteront la performance de la cellule de carburant. Quand vous finissez de utiliser le kit, c'est fortement recommandé de placer la cellule de carburant à l'intérieur d'un sachet plastique étanché, tel qu'un sac de ziploc. Ceci protégera la cellule de carburant alors que vous n'utilisez pas votre kit.
8. Quand vous utilisez un panneau solaire, le courant de sortie du panneau solaire devrait n'être pas plus de 0.7 A, et tension normale n'est pas plus élevée qu'2V. Un panneau solaire qui crée une sortie et tension plus élevés peut endommager la cellule de carburant.
9. La cellule de carburant pourrait être complètement détruite si le fil rouge du paquet de batterie est relié au jack noir de la cellule de carburant.
10. Assurez-vous que la cellule de carburant a été hydraté en injectant l'eau à l'aide de la seringue avant de procéder à l'électrolyse. Laissez l'eau à l'intérieur de la cellule de carburant pendant 5 à 10 minutes pour hydrater entièrement la cellule de carburant.

## 8. Dépannage

### 1. Les niveaux d'eau ne chutent pas quand les tubes de sortie de gaz des deux côtés de la cellule de carburant sont débranchés.

Solution: Vérifiez si les trous sur le mur du cylindre interne sont bloqués. Si oui, tournez le cylindre interne jusqu'à ce que l'eau entre les trous et remplit le cylindre interne.

### 2. L'électrolyseur ne produit pas l'hydrogène et/ou l'oxygène.

Solution: a. Vérifiez si les fils sont convenablement reliés, et s'il y a des raccordements lâches. La cellule de carburant pourrait être complètement détruite si le fil rouge du paquet de batterie est relié au jack noir de la cellule de carburant.  
b. Vérifiez si le commutateur du paquet de batterie est en position "on".

### 3. Le procédé d'électrolyse de l'eau ralentit.

Solution: a. Ajoutez l'eau au côté de l'oxygène de la cellule de carburant et attendez environ 5 minutes.  
b. Remplacez les vieilles batteries de AA avec de nouvelles batteries de AA à l'intérieur du paquet de batterie.

### 4. Le kit arrête de se déplacer tandis qu'il y a encore d'hydrogène restant à l'intérieur des réservoirs.

Solution: a. Purgez les gaz et effectuez l'électrolyse de l'eau pendant 4-5 minutes. Débranchez les tubes de sortie de gaz d'oxygène et de gaz d'hydrogène pour purger les gaz. Effectuez l'électrolyse de l'eau encore jusqu'à ce que le réservoir d'hydrogène soit rempli, et reliez le moteur à la cellule de carburant. Si le problème persiste, passez à la prochaine étape.  
b. Laissez le procédé d'électrolyse de l'eau environ 10 minutes pour consommer l'eau résiduelle. Pour sortir l'eau de la cellule de carburant, purgez les gaz. Effectuez l'électrolyse de l'eau une fois de plus jusqu'à ce que le réservoir d'hydrogène soit rempli, puis reliez le moteur à la cellule de carburant.

## Bienvenue à l'âge d'hydrogène !



## I. Over de Hydrocar

De Hydrocar is een toekomstige leerpakket die spannendste en vooruitgegangene technologie uit 21ste eeuw bevat. Deze auto gebruikt 100% schone brandstof die door een omkeerbare brandstofcel produceert waarvan het waterstofgas uit water door gevangen zonlicht komt. Om het milieu te beschermen, om de kosten van brandstof te besparen en om de afhankelijkheid van ingevoerde olie te verlagen, het is juist de tijd om de voordelen van de waterstof brandstofcel technologie te starten introduceren.

Over de wereld, wetenschappers en onderzoekers zijn op zoek naar nieuwe manieren om op onze toenemende eisen aan energie te passen zonder het verder beschadigen van ons milieu en het in gevaar brengen van onze planeet. Een alternatief is waterstofgas, wie opgeschaften kunt worden door het gebruik van schone, hernieuwbare bronnen net als wind en solaire energie. Bij het gebruiken van een toestel dat elektrolyser heet, water kunt gebruikt worden om waterstofgas op te schaffen. Brandstofcel converteert dan waterstofgas naar elektriciteit om voertuigen of huishoudelijke toestellen te ondersteunen.

Deze Hydrocar leerpakket is gunstig ontworpen om laatste onderzoek uit laboratorium te brengen en naar u te overhandigen – zodat u met de globale wetenschap kunt meeleven en de wereld naar de Hydrogen Age kunt brengen.

### a. Waarom Waterstofgas?

De behoeften van kool-gebaseerde fossiele brandstof groeien 100,000 keren sneller op dan dat het wordt geproduceerd, er ontstaan daarom meer vragen over de globale bevoorrading als het in staat is om de wereld's snelle opgroeiende energiebehoeften te voldoen. Met geopolitieke onzekerheden in olie productie landen en onvoldoende olie behandlingsvermogen, onze globale economie is al onder druk. Olie is kritiek naar de welzijn van het land, daarom nieuwe technologieën die de afhankelijkheden op geïmporteerde olie verminderen, strategisch zijn. Nationale veiligheidsorganen heeft tegenwoordig aanmoedigende wetenschappers uit de hele wereld verzameld om nieuwe energie technologie te ontwikkelen, net als waterstofgas brandstofcel.

Een nog grotere kwestie is over olie zelf. Brandstoffen zijn kool en benzine in onze auto, waaruit giftige vervuiling in onze steden creëert, net als kooldioxide. Kooldioxide accumulatie is de oorzaak van groenhuys effect en globale opwarming. Voor meer dan 100 jaren, mensen hebben talloze kool-gebaseerde brandstof opgebrandt, en het opwarmen van onze sfeer veroorzaakt. Globale opwarming zijn tegenwoordig gesymboliseerd door krachtige storms, woestijnvorming, het smelten van ijsbergen op twee polen, het stromen van oceaan veranderen en het zeewater niveau verhogen.

Onze samenleving heeft een nieuwe en omkeerbare brandstof nodig, en waterstofgas is de beste oplossing.

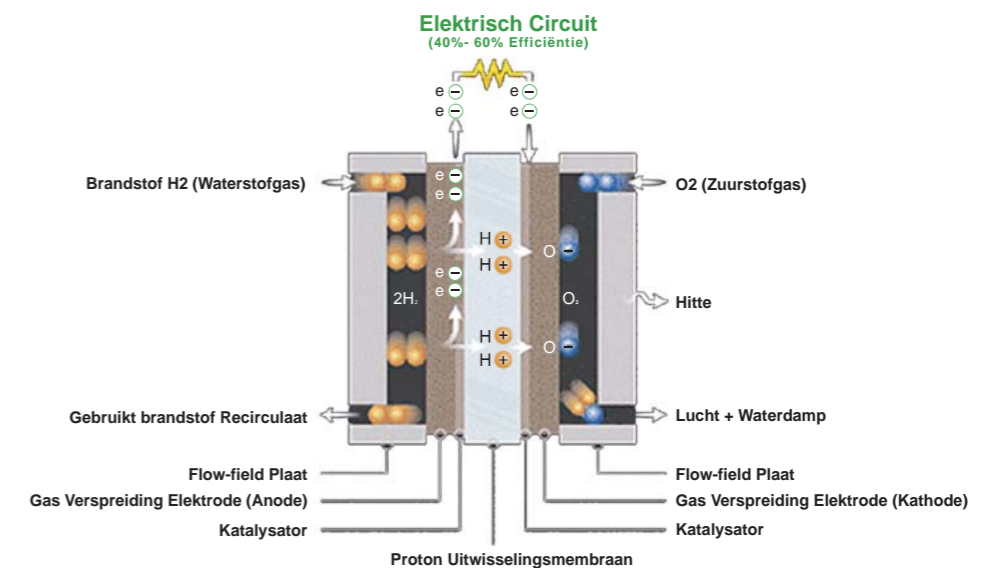
Inderdaad, waterstofgas is een rijk element in onze universum en bevat de meeste energie per gewichtseenheid. Deze koolvrije brandstof kan geproduceerd worden of door traditionele of omkeerbare energiebronnen als solaire of wind stromen. Eens geproduceerd, waterstofgas wordt geconverteerd terug naar bruikbare energie in talloze applicaties, inclusief autos. Deze betekent dat onze dagelijkse brandstof lokaal geproduceerd kunt worden, en onbeperkt aantal. Als het in brandstofcel consumeert, de resultaat is elektriciteit en water. Het water wordt dan gebruikt om waterstofgas en zuurstofgas te produceren, om de cyclus continu en natuurlijk aan te houden, zonder giftige circuleren. Er zijn veel uitdagingen om het in het werkelijkheid te brengen, de kwestie is alleen tijd.... en mensen-vindingrijkheid!



Over de wereld, diverse "Waterstofgas Snelweg" projecten zijn in ontwikkeling en over 200 waterstofgas tankstations zijn al opgehoofd om service voor de eerste brandstofcellen autos te bedienen.

### b. Wat is brandstofcel en hoe werkt het?

Een brandstofcel is een apparaat dat waterstofgas door elektriciteit converteert. De brandstofcel is een combinatie van materialen lagen waarin waterstofgas en zuurstofgas met elkaar reageren om elektriciteit en water te genereren, zonder verbranding.



Serieuze interesse in brandstofcellen werd niet genomen tot 1960, als het voor de missies naar de maan werd gebruikt. Hoewel de waterstofgas tegenwoordig nog steeds elektriciteit en water aanbiedt voor de missies, deze unieke technologie richt nu op een globale transitie om omkeerbare energie te promoten. Brandstofcel auto dat waterstofgas als brandstof neemt zijn "Nul Vervuiling Automobiel". Als brandstofcel autos door zonlicht of windkracht geopereerd worden, onze brandstof voorzieningen zijn onbeperkt – en consumptie van waterstof via brandstofcellen verspilt niet en vervuult niet.

De Hydrocar bevat een omkeerbare Proton Uitwisselingsmembraan (PEM) brandstofcel (zie sectie 3, Lijst onderdelen – gedeelte C). Elektrische energie wordt door het consumeren van waterstofgas en zuurstofgas gegenereerd die allebei in de ingeplaatste cilinders (zie sectie 3, Lijst Onderdelen – Gedeelte F) staan, waarbij het waterstofgas met zuurstofgas reageert.

De Hydrocar vindt onafhankelijk op z'n eigen weg om de obstacels op weg te passeren, en u kunt zien dat het een rechtweg gaat vinden na de bochten. Als de auto op zijn eigen waterstofgas rijdt, twee blinkende blauwe LED lichten starten knipperen op de top van de motor.

Bouw uw eigen waterstofgas auto nu om revolutionaire energie technologie te leren!

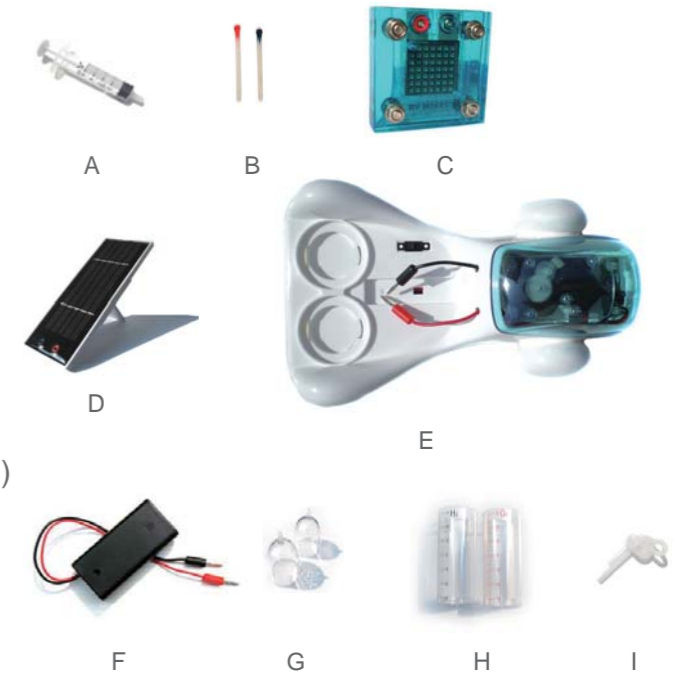
## 2. Algemene Veiligheidsmaatregelen

**Om risico's van beschadiging, ernstige verwonding of dood te voorkomen:**

1. Lees deze handleiding zorgvuldig door alvorens het ingebruik te nemen en bewaar deze handleiding voor later gebruik.
2. Deze pakket mag alleen ingebruik genomen worden door personen die ouder dan 14 jaar zijn, en onder toezicht van volwassenen die al de veiligheidsmaatregelen in deze pakket bekend zijn.
3. Terwijl deze pakket wordt geassembleerd, mogen gereedschappen worden gebruikt. Extra aandacht is benodigd om verwonding te voorkomen.
4. Enige onderdelen zijn klein en breekbaar; wees voorzichtig terwijl u ermee werkt om breuken te voorkomen. Alle onderdelen en gedeelten met zorg behandelen.
5. Gebruik alle meegeleverde gedeelten, items of onderdelen alleen voor het zich bestemd doel. Probeer nooit enig gedeelte, item of onderdeel uit elkaar te zetten.
6. Schakel de batterij uit als het niet in gebruik is. Als de batterij ingeschakeld is, het is niet toegestaan om de metalen contacten aan te raken. Verwijder de batterijen na het gebruik, of tijdens de opslag.
7. Verwijder het water, waterstofgas en zuurstofgas van elk onderdeel na het gebruik.
8. Maak uw handen schoon na de werking met deze pakket.

## 3. Lijst Onderdelen

- A. Syring
- B. Korte rubberen buizen (zie Hoofdstuk 4, Stap 1)
- C. Omkeerbare brandstofcel
- D. Zonnepaneel
- E. Chassis met LED lichtjes en motor
- F. Batterijdoos
- G. Interne cilinders
- H. Externe cilinders
- I. Lange rubberen buizen (zie Hoofdstuk 4, Stap 1)



U heeft 3 items nodig als het volgende (niet in deze pakket ingehouden):

- 2 AA batterijen (Alkaline batterijen zijn aanbevolen)
- Schaar
- 100 ml gedistilleerd water\*

\* Gedistilleerd water is aanbevolen voor optimaal gebruik.

## 4. Assemblage van deze pakket

- Stap 1:** Neem de schaar (niet in deze pakket ingehouden) om twee rubberen buizen van 4 cm (1.5 inch) af te snijden van meegeleverde lange buizen. Zet de rode pin in een van de 4 cm (1.5 inch) rubberen buizen, en de zwarte pin in een andere rubberen buis van 4 cm (1.5 inch). Deze rubberen buizen vormen het gedeelte (B) van deze pakket. Snij de resterende lange rubberen buis af in twee gelijke stukken. Deze twee langere stukken worden ingebruik genomen om gedeelte (I) te vormen.
- Stap 2:** Sluit de korte rubberen buis (B) met de zwarte pin aan op de boven spuitmond van de waterstofgas-kant van de brandstofcel (Gemarkeerd met H<sub>2</sub>). Sluit de andere korte rubberen buis (B) met de rode pin aan op de boven spuitmond van de zuurstofgas-kant van de brandstofcel (Gemarkeerd met O<sub>2</sub>).
- Stap 3:** Zet de brandstofcel (C) met aangesloten korte rubberen buizen (B) in de rechthoekige sleuf op de chassis (E).

**Stap 4:** Zet de waterstofgas en zuurstofgas externe cilinders (H) in de ronde sleuven op de chassis (E). Vul gedistilleerd water in tot nul markering op elke externe cilinders (H).

Zet de interne cilinders (G) in de externe cilinders (H) zodat de interne opslagbuisjes zijn omhuld door water. Er zijn twee inkepingen op de bodem van elke interne cilinders (G). Deze openingen laat de gas uit van interne cilinders (G) naar externe cilinders (H) om de opgeslagen gas hoeveelheid te beperken. Zorg voor dat deze openingen niet geblokkeerd worden door de plastieke buitenranden van de interne cilinders (G). Druk op de top van de interne cilinders (G) om te zorgen dat zij perfect op de bodem van de externe cilinders (H) aangekoppeld zijn.

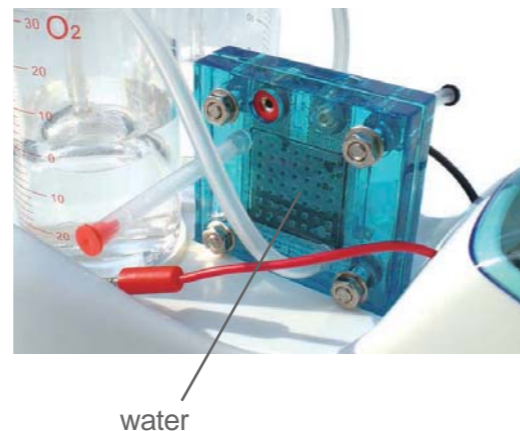
**Stap 5:** Sluit de lange buizen (I) aan op de top van de interne cilinders (G). Sluit de lange buis uit de waterstofgas cilinders aan op de onder spuitmond van de waterstofgas-kant van de brandstofcel. Sluit de lange buis uit de zuurstofgas cilinders aan op de onder spuitmond van de zuurstofgas-kant van de brandstofcel.



**Stap 6:** Goede iongeleidbaarheid is kritiek over de prestatie van de brandstofcel. Om goede iongeleidbaarheid te garanderen, de brandstofcel membraan moet goed bevochtigd worden.

Om de brandstofcel te bewateren, moet aan volgende punten voldoen:

Neem syring (A) om gedistilleerd water in te zuigen (ergens anders verkrijgen). Wanneer de syring is ingevuld met gedistilleerd water, plaats de syring in de top spuitmond van de zuurstofgas-kant van de brandstofcel (C) en injecteer het water in de zuurstofgas-kant van de brandstofcel (Gemarkerd met O<sub>2</sub>) totdat u het water zien door de ruimte die op de voorkant van het scherm staat heen en uit de onder spuitmond vloeit. Laat de brandstofcel 5 tot 10 minuten stilstaan totdat volledig bewaterd wordt.



## 5. Electrolyse: Waterstofgas uit het water opschaffen

Elektrolyse is het proces dat elektrische energie naar chemische energie omschakelt. Als een elektrische lading op water uitoefent, de lading breekt de chemische binding tussen waterstof en zuurstof, en daarbij geladen deeltjes gekregen, zijn zogenaamde ionen. In zulk geval, positieve geladen waterstofionen en negatieve geladen zuurstofionen zijn gevormd. Een elektrolyzer heeft 2 elektrodes waar de ionen vandaan komen. Een elektrode, is anode genaamd, is positieve geladen, en het trekt negatieve geladen ionen aan. De andere elektrode, is kathode genaamd, en trekt de positieve waterstofionen aan.

Omkeerbare brandstofcellen wordt ingebruik genomen om elektrolyse uit te voeren. In een brandstofcel, de elektrolyt is een gedeelte van de membraan. Als stroom in een brandstofcel uitoefent, het voert elektrolyse uit op water, en produceert waterstofgas uit kathode en zuurstof uit anode.

**Opmerking:** Nadat u alle stappen in Hoofdstuk 4 "Assemblage van deze Pakket" volstaan heeft, volg dan deze instructies. Zorg voor dat de brandstofcel goed bewaterd wordt door syring voordat de elektrolyse uitgevoerd wordt.



**Waarschuwing:** Het gebruik van on-gedistilleerd water beschadigt de elektrodes van de brandstofcellen. Brandstofcellen gebruiken nano-schaal of kool ondersteunende platinum als katalyst, en deze deeltjes zijn erg gevoelig over onzuiverheden in on-gedistilleerd water.

Ten doel van deze Hydrocar leerpakket, hoge kwaliteit drinkwater of water uit de kraan met lage mineral inhoud mogen gebruikt worden – hoewel, de gebruikbaarheid van de pakket wordt onvermijdelijk verkort.

De brandstofcel moet ALLEEN bewaterd worden via O<sub>2</sub> kant en NIET via H<sub>2</sub> kant, anders gedaan resulteert het dat de blokkage van waterstof stroom.

### a. Bij het gebruiken van zonnepaneel voor elektrolyse

De Hydrocar leerpakket kunt een kleine solaire fotovoltaïsche cel gebruiken voor elektrolyse proces als een manier om hernieuwbare energie op te vangen van de zon. Volg alstublieft onderrichtende instructies:

**Stap 1:** Stop een uiteinde van de rode kabel van de banaan plug in de rode sleuf van de zonnepaneel, de ander uiteinde van de banaan plug in de brandstofcel.

**Stap 2:** Stop een uiteinde van de zwarte kabel van de banaan plug in de zwarte sleuf van de zonnepaneel, de ander uiteinde van de banaan plug in de brandstofcel.

**Stap 3:** Bloot de zonnepaneel in zonlicht. Met sterke, directe zonlicht, u kunt zien dat de geproduceerd waterstofgas en zuurstofgas binnen de interne cilinders komen. Het kost ongeveer 5-10 minuten tot dat het interne waterstofgas cilinder volgevuld wordt.



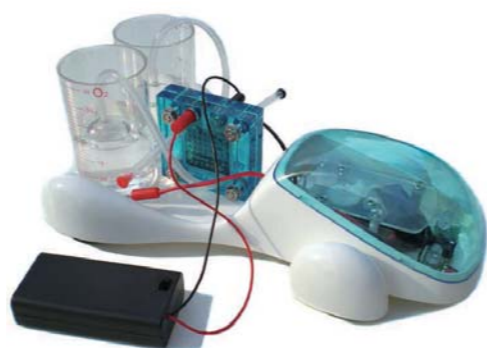
**Stap 4:** Ten eerste keer voert u de waterelektrolyse uit, het is mogelijk dat u optimale resultaten niet zou kunnen krijgen, dat de verhouding tussen waterstofgas en zuurstofgas 2:1 krijgt. Om de productie van waterstofgas te verbeteren, u kunt de instructies volgen: Schakel de batterijdoos uit. Verwijder de rode en de zwarte pins van de korte buizen om waterstof uit te laten. Na 2 seconden, zet de pins snel terug op de korte rubberen buizen. U kunt deze stap volgen om alle ingehouden gassen binnen de brandstofcel uit te laten. Dan stap 1, 2 en 3 herhalen.

**Stap 5:** Als u de luchtbubbels uit de waterstofgas cilinder naar de oppervlakte van het water komt, dan maak het zonnepaneel los van de brandstofcel.

## b. Of bij het gebruiken van batterijdoos voor elektrolyse

**Stap 1:** Zorg voor dat de batterijdoos (F) op "Uit" staat. Plaats 2 nieuwe AA batterijen in de meegeleverde batterijdoos (F). Gebruik geen andere batterijdoos – deze doos is bestemd ontworpen voor deze omkeerbare brandstofcel.

**Stap 2:** Wees bijzonder voorzichtig om de rode draad van de batterijdoos in de rode doos (Zuurstof kant) van de brandstofcel te stoppen, en de zwarte draad in de zwarte doos (Waterstof kant) te stoppen. De brandstofcel wordt mogelijk volledig kapot als de stroomaansluitingen niet juist gedaan worden.



**Stap 3:** Schakel de batterijdoos in op "Aan" positie, en daarbij de elektrolyse starten. U kunt opmerken als de zuurstofgas en waterstofgas geproduceerd waarbij het water in de interne cilinders daalt. U kunt ook de geproduceerde gassen meten waardoor de lege ruimte in de interne cilinders te meten (het kost ongeveer 5 minuten). Als de waterstofgas intern cilinder vol is, u kunt luchtbubbels zien uitkomen van de intern cilinder naar externe cilinder. Elektrolyse is voltooid als water in de interne cilinders geheel vervangd door gas, de verhouding is 2:1 (2 gedeelten waterstofgas, 1 gedeelte zuurstofgas). Het cilinder met meer gas is het waterstofgas cilinder.

**Stap 4:** Schakel de batterijdoos uit. Volg instructies in Gedeelte 5a, stap 4, om alle ingehouden gassen van de brandstofcel uit te laten en de productie van waterstofgas te verbeteren. Dan stap 2 en 3 herhalen.

**Stap 5:** Als u de luchtbubbels uit de waterstofgas cilinder naar de oppervlakte van het water komt, dan schakel de batterijdoos uit en losmaken van de brandstofcel.

## 6. Bediening van Waterstofgas Brandstofcel pakket

Nadat de assemblage van de leerpakket als beschreven in "Hoofdstuk 4: Assemblage van deze pakket", en de elektrolyse als beschreven in "Hoofdstuk 5: Elektrolyse Bewerkingen" allebei voltooid zijn, u kunt uw brandstofcel pakket ermee al bedienen.

**Stap 1:** Ontkoppel de batterijdoos van de brandstofcel. Als u het zonnepaneel gebruikt, ontkoppel het van de brandstofcel.

**Stap 2:** Til de voorkant van de pakket op zodat de motor niet met de grond in contact is. Stop de rode en zwarte draden uit de motor in de rode en zwarte dozen van de brandstofcel. Zet de pakket op een gladde en platte oppervlakte en bekijken! De twee blauwe LED licht op de voorkant van de motor gaan knipperen. De pakket vindt onafhankelijk op z'n eigen weg om de obstakels op weg te passeren, en u kunt zien dat het een rechthoek gaat vinden na de bochten. De auto gaat op z'n eigen door tot dat de opgeslagen waterstofgas opgebruikt wordt.



## 7. Aanbevolen Bedieningen

1. Zorg voor dat u slechts gedistilleerd water gebruikt. Water dat mineralen en onzuiverheden bevat beschadigt de brandstofcel. Als de brandstofcel verwoest is – het betekent dat het water (gedistilleerd water) mogelijk niet gebruikt wordt voor uw experimenten.
2. Neem alleen meegeleverde batterijdoos in gebruik, en koop 2AA batterijen, alkalïne batterijen zijn aanbevolen.
3. Zorg voor dat de brandstofcel goed bewaterd wordt en voordat de elektrolyse uitgevoerd wordt, de brandstofcel moet goed door water ingevuld worden met behulp van de syring.
4. U krijgt beste prestatie als de elektrolyse proces drie of vier keer uitgevoerd wordt. Het verbetert de bewatering van de Proton Uitwisselingsmembraan in de brandstofcel na een paar keer gebruik. Optimale temperatuur: 20°C - 30°C. Voordat de elektrolyse uitgevoerd is, zorg voor dat de externe cilinder door gedistilleerd water tot nul markering ingevuld is.
5. Zorg voor dat de kleine openingen op de interne opslagbusjes niet geblokkeerd worden. Waterstofgas en Zuurstofgas zijn lichter dan het water, dus stromen zij naar boven kant van de interne opslagbusjes. Als de kleine openingen geblokkeerd worden, de luchtdruk is te groot binnen de brandstofcel en het veroorzaakt mogelijk beschadigingen.
6. Als u de brandstofcel meerdere keer gebruikt, water op de bovenkant van de externe cilinder stroomt niet terug naar de interne opslagbusjes. Want er is een vacuüm gevormd in de buizen. Ontkoppel de buis van de boven spuitmond van de brandstofcel en het water stroomt zelf in de interne opslagbusjes.
7. De brandstofcel dit in open lucht is blootgesteld is erg gevoelig over vluchtig organische mengsel, waarvan het beïnvloed de prestatie van de brandstofcel. Nadat u met deze pakket klaar bent, het is aanbevolen dat de brandstofcel binnen een lucht-sealed plastic tasje bewaart, zoals ziploc tasje. Het beschermt de brandstofcel als u het niet gebruikt.
8. Als een zonnepaneel wordt gebruikt, de stroomuitvoer van het zonnepaneel mag niet groter dan 0.7A zijn, en de normale spanning niet hoger dan 2V zijn. Een zonnepaneel dat grotere stroom en hogere spanning creëert zou de brandstofcel beschadigen.
9. De brandstofcel kan volledig beschadigd worden als de rode draad van de batterijdoos op de zwarte doos van de brandstofcel wordt aangesloten.
10. Zorg voor dat de brandstofcel goed bewaterd wordt door syring voordat de elektrolyse wordt uitgevoerd. Laat de brandstofcel met water 5 tot 10 minuten stilstaan om de brandstofcel volledig te bewateren.

## 8. Problemen en Oplossingen

### 1. Het water niveau daalt niet nadat de gas uitlaat buizen van beide kanten zijn ontkoppeld.

Oplossing: Controleer of de gaten op de interne opslagbusjes geblokkeerd zijn. Als het zo is, draai de interne opslagbusjes totdat het water door de gaten heen gaat en het water de interne opslagbusje invult.

### 2. De elektrolyzer produceert waterstofgas en zuurstofgas niet.

Oplossing: a. Controleer als de draden goed aangesloten zijn, en of er loze aansluitingen bestaan. De brandstofcel kan volledig beschadigd worden als de rode draad van de batterijdoos op de zwarte doos van de brandstofcel wordt aangesloten.  
b. Controleer of de batterijdoos op "Aan" positie geschakeld is.

### 3. Het water elektrolyse proces vertraagt.

Oplossing: a. Voeg water aan de zuurstofgas-kant toe en ongeveer 5 minuten wacht.  
b. De oude AA batterijen vervangen met nieuwe AA batterijen.

### 4. De auto stopt bewegen terwijl er nog waterstof binnen de opslagbusjes overblijft.

Oplossing: a. Laat de gassen uit en voer water elektrolyse voor 4-5 minuten uit. Ontkoppel de waterstofgas uitlaat buis en zuurstofgas uitlaat buis om de gassen uit te laten. Voer water elektrolyse opnieuw uit totdat waterstofgas opslagbusje ingevuld is en sluit de motor op de brandstofcel aan. Als het probleem overblijft, ga naar volgende stap.  
b. Laat het water elektrolyse proces uitvoerend voor 10 minuten om resterend water te consumeren. Om water uit de brandstofcel te krijgen, laat de gassen uit. Voer water elektrolyse opnieuw uit totdat de waterstofgas opslagbusje ingevuld is, dan sluit de motor op de brandstofcel aan.

## Welkom bij Hydrogen Age!

