

**fischertechnik** 

**PROFI**

**fischertechnik** 

**PROFI**

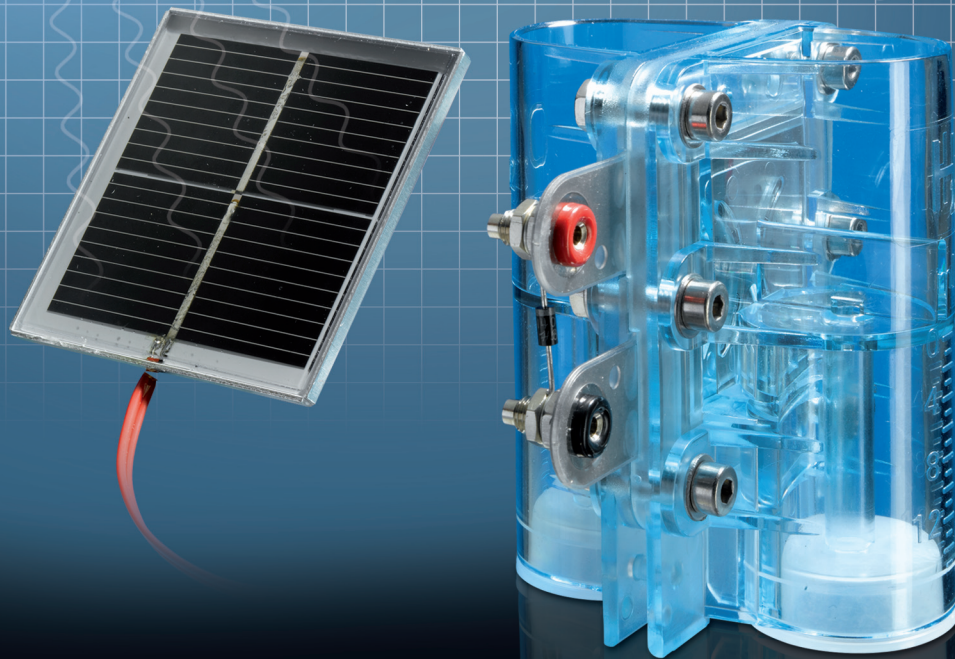
fischertechnik GmbH  
Weinhalde 14-18  
72178 Waldachtal  
Germany

Phone: +49 74 43/ 12-43 69  
Fax: +49 74 43/ 12-45 91

info@fischertechnik.de  
www.fischertechnik.de

Bedienungsanleitung  
Instruction Manual  
Mode d'emploi  
Gebruiksaanwijzing  
Manual de instrucciones  
Instruções de operação  
Manuale di istruzioni  
Инструкция по эксплуатации  
操作说明书

137413 - Printed in Germany - Technische Änderungen vorbehalten - Subject to technical modifications



**Hydro Cell Kit**

Hydro Cell by  
**Heliocentris** 



**Hydro Cell Kit**

Hydro Cell by  
**Heliocentris** 

**D** Seite 5–14

**Bedienungsanleitung für das Hydro Cell Kit**

Beschreibt die Brennstoffzelle und enthält verschiedene Experimente.

**GB+USA** Page 15–24

**Instruction Manual for the Hydro Cell Kit**

Describes the fuel cell and contains a range of different experiments.

**F** Page 25–34

**Mode d'emploi du Hydro Cell Kit**

Décrit la cellule électrochimique et contient différents essais.

**NL** Pagina 35–44

**Gebruiksaanwijzing voor de Hydro Cell Kit**

Beschrijft de brandstofcel en bevat verschillende experimenten.

**E** Página 45–54

**Manual de instrucciones para el Hydro Cell Kit**

Describe la célula de combustible y contiene diversos experimentos.

**P** Página 55–64

**Instruções de operação para o Hydro Cell Kit**

Descreve a célula a combustível e contém diversos experimentos.

**I** Pag. 65–74

**Manuale di istruzioni del Hydro Cell Kit**

Describe la cella di carburante e contiene diversi esperimenti.

**RU** Страница 75–84

**Инструкция по эксплуатации Hydro Cell Kit**

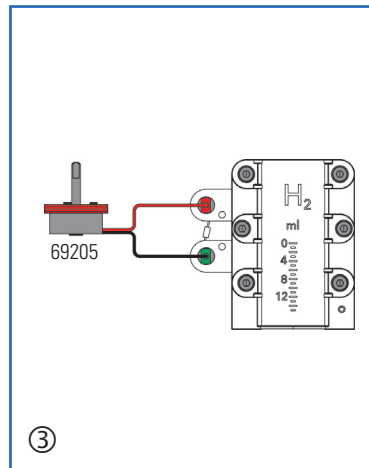
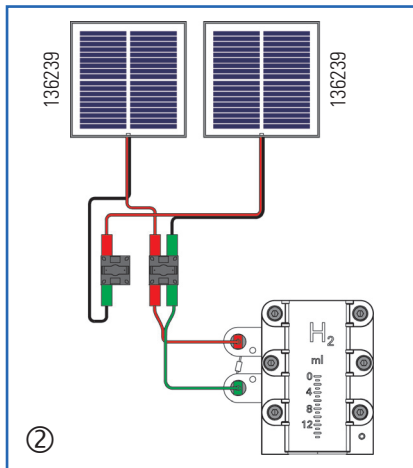
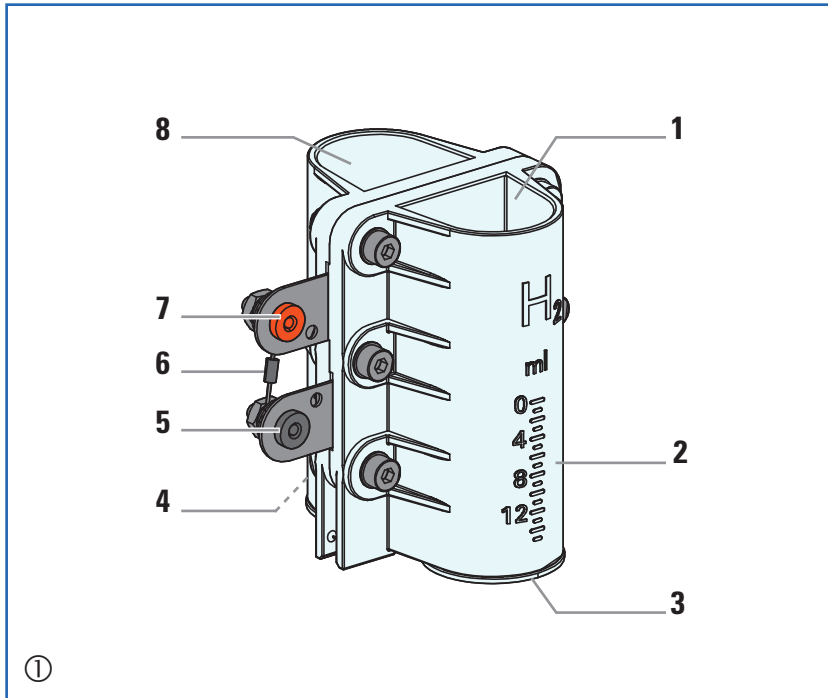
Содержит описание топливного элемента и различных экспериментов.

**CN** 第 85–94 页

**Hydro Cell Kit 操作说明书**

介绍说明燃料电池及其各种不同的实验。

# PROFI HYDRO CELL KIT



# PROFI HYDRO CELL KIT

Einzelteilübersicht

Spare parts list

Liste des pièces détachées

Onderdelenoverzicht

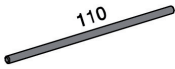
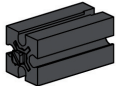



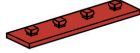






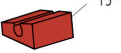


Lista da piezas

Resumo de peça individual

Singoli componenti

Отдельные детали

零件概览

 110	31 031 1 x		32 879 1 x		38 216 1 x
	31 336 3 x		36 977 1 x		38 464 2 x
	31 337 3 x		36 981 1 x	 1,2 V $\pm$ , 440 mA	136 239 1 x
	31 597 3 x		37 034 2 x		136 734 1 x
 15°	31 981 4 x		37 237 1 x		136 770 2 x

Montagetipps

Tips for assembly

Tuyaux pour le montage

Montagetipps

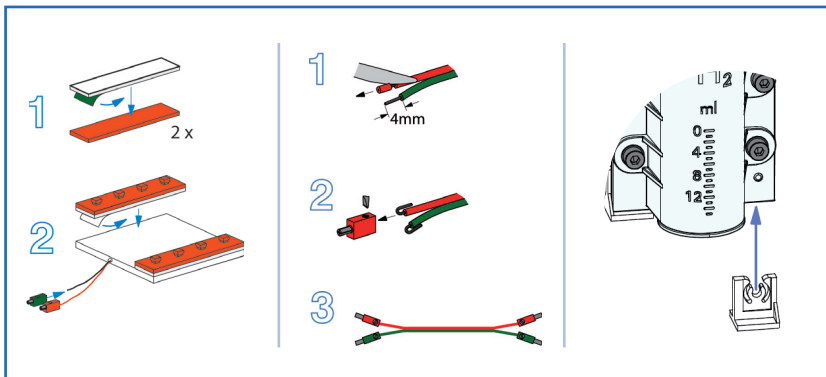
Consejos para el montaje

"Dicas" para montagem

Consigli per il montaggio

Советы и рекомендации по сборке

装配建议



**WARNUNG!** Nur zum Gebrauch für Kinder über 10 Jahren. Benutzung nur unter der genauen Aufsicht von Erwachsenen, die sich mit den im Experimentierkasten beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen befasst haben. Lies die Anweisungen vor Gebrauch, befolge sie und halte sie nachschlagebereit.

Anweisungen für Eltern sind enthalten und müssen beachtet werden. Verpackung und Anleitung aufbewahren, da sie wichtige Informationen enthalten. Beim Experiment entsteht Wasserstoff. Wasserstoff kann mit Luftsauerstoff ein explosionsfähiges Gemisch bilden. Daher müssen vor dem Experiment alle Zündquellen entfernt werden.

## INHALT

<b>Hydro Cell Kit</b> .....	<b>S. 6</b>
Wichtiger Hinweis zur Verwendung des Hydro Cell Kits.....	S. 6
<b>Sicherheitsregeln</b> .....	<b>S. 6</b>
Bestimmungsgemäße Verwendung .....	S. 6
<b>Funktionsprinzip der Brennstoffzelle</b> .....	<b>S. 7</b>
<b>Betrieb der Brennstoffzelle</b> .....	<b>S. 8</b>
Brennstoffzelle mit destilliertem Wasser befüllen .....	S. 8
Wasserstoff und Sauerstoff erzeugen (Elektrolyse).....	S. 9
Elektrische Energie erzeugen .....	S. 11
Brennstoffzelle außer Betrieb nehmen / lagern.....	S. 11
<b>Hinweise zum Umweltschutz</b> .....	<b>S. 11</b>
<b>Haftung</b> .....	<b>S. 11</b>
<b>Versuche mit Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech</b> .....	<b>S. 12</b>
<b>Versuche mit Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power</b> .....	<b>S. 12</b>
<b>Technische Daten Brennstoffzelle</b> .....	<b>S. 14</b>
<b>Störungsbeseitigung</b> .....	<b>S. 14</b>
<b>Schaltbilder zu Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power</b> .....	<b>S. 101</b>

## Hydro Cell Kit

Wie funktioniert eine Brennstoffzelle? Wie kann man damit Wasserstoff erzeugen? Das Hydro Cell Kit vermittelt Wissen rund um dieses spannende Thema. Mit der Brennstoffzelle und dem weiteren Solarmodul können in Verbindung mit dem Baukasten Profi Oeco Tech interessante zusätzliche Modelle gebaut werden. Hilfestellung bietet das didaktische Begleitheft im Baukasten Profi Oeco Tech. So bleiben keine Fragen offen.

### Wichtiger Hinweis zur Verwendung des Hydro Cell Kits

Bei dem Hydro Cell Kit handelt es sich um einen Erweiterungsset. Um die Brennstoffzelle zu betreiben und die beschriebenen Versuche aus dieser Bedienungsanleitung nachzubauen, wird zusätzlich der Baukasten Profi Oeco Tech (Art. Nr. 505284) benötigt. Alternativ kann ebenfalls der Baukasten Profi Oeco Power (Art.Nr. 57485) verwendet werden.

### Ratschläge an überwachende Erwachsene

- Dieser Experimentierkasten ist nur für Kinder über 10 Jahren bestimmt.
- Die Anleitungen sollen den Erwachsenen befähigen, das Experiment im Hinblick auf die Eignung für das betreffende Kind abzuschätzen.

### Sicherheitsregeln

- Lies diese Anleitung vor Versuchsbeginn, befolge sie und halte sie nachschlagebereit.
- Bewahre den Experimentierkasten außer Reichweite von kleinen Kindern auf.
- Drähte nicht in Steckdose einführen.
- Warnung: Schutzdiode zwischen den Anschlüssen der Brennstoffzelle nicht entfernen! Sie verhindert, dass bei Kurzschluss zwischen Pluspol (rot) und Minuspol (schwarz) die Brennstoffzelle zerstört wird oder Leitungen zu heiß werden.
- Brennstoffzelle nicht kurzschließen (Explosionsgefahr)!
- Warnung: Durch (Schaltungs-) Fehler oder unzulässige Veränderungen können Temperaturerhöhungen an berührbaren Oberflächen die zulässigen Grenzwerte überschreiten!
- Die Brennstoffzelle darf nur mit einer Gleichspannung bis 2V betrieben werden. Auf keinen Fall andere, z. B. 9V-fischertechnik-Stromversorgungen, anschließen.
- Die Anschlussbuchsen der Brennstoffzelle dürfen nicht kurzgeschlossen werden.
- Durch eine zu hohe Spannung oder durch einen Kurzschluss kann die Brennstoffzellenmembran zerstört werden.

- Erzeuge keine Elektrizität oder Wasserstoff für andere Zwecke als in der Bedienungsanleitung angegeben.
- Erzeuge oder speichere nur so viel Wasserstoff wie in den Speicherzylinder der Brennstoffzelle passt (ca. 15ml).
- Vermeide ein Dauerladen der Brennstoffzelle.

### Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Brennstoffzelle des Hydro Cell Kit darf ausschließlich zum Betreiben von fischertechnik Modellen eingesetzt werden.

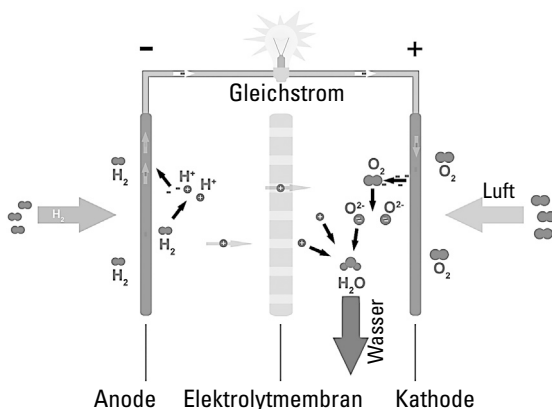
## Funktionsprinzip der Brennstoffzelle

■ Mit einer Brennstoffzelle wird die chemische Energie eines Brennstoffs (z. B. Wasserstoff) in elektrischen Strom umgewandelt. Eine Brennstoffzelle ist also kein Energiespeicher, sondern ein Energiewandler. Brennstoffzellen werden zum Beispiel zum Antrieb von Fahrzeugen und zur Wärme- und Stromversorgung von Häusern verwendet.

Eine Brennstoffzelle besteht aus zwei Elektroden (Anode und Kathode), die durch eine Elektrolytmembran voneinander getrennt sind.

Die Elektroden bestehen meist aus Metall oder Kohlenstoff. Sie sind mit einem Katalysator beschichtet, zum Beispiel mit Platin oder mit Palladium.

In der Brennstoffzelle reagieren Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser. Durch diese Reaktion entsteht eine elektrische Spannung zwischen den beiden Elektroden, mit der zum Beispiel ein Elektromotor angetrieben werden kann.



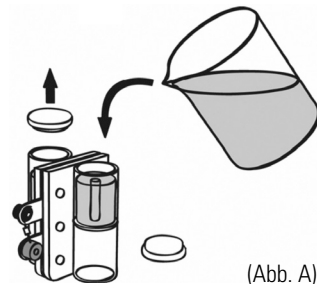
■ Bei der in dem Hydro Cell Kit enthaltenen Brennstoffzelle handelt es sich um eine so genannte reversible Brennstoffzelle. Das bedeutet, dass die Brennstoffzelle folgende zwei Funktionen hat:

- Einerseits kann die reversible Brennstoffzelle als so genannter Elektrolyseur verwendet werden, um aus destilliertem Wasser Wasserstoff und Sauerstoff zu erzeugen. Diesen Vorgang nennt man Elektrolyse. Der Wasserstoff und der Sauerstoff werden in Speicherzylindern gespeichert.
- Andererseits kann mit der reversiblen Brennstoffzelle durch die Reaktion des gespeicherten Wasserstoffs mit dem gespeicherten Sauerstoff elektrische Energie erzeugt werden.

## Betrieb der Brennstoffzelle

Beschreibung zur Brennstoffzelle (siehe Abb. 1 auf Seite 3).

- 1 Überlaufkammer Wasserstoffseite
- 2 Wasserstoff-Speicherzylinder
- 3 Stopfen Wasserstoffseite
- 4 Sauerstoff-Speicherzylinder  
(in Abb. nicht sichtbar)
- 5 Negative Buchse (schwarz)
- 6 Schutzdiode
- 7 Positive Buchse (rot)
- 8 Überlaufkammer Sauerstoffseite



### Brennstoffzelle mit destilliertem Wasser befüllen

Dazu stellst du die Brennstoffzelle mit den Stopfen nach oben auf einen flachen Teller. Danach nimmst du die beiden Stopfen ab. Fülle die beiden Speicherzylinder bis zum oberen Rand der kleinen Röhren (diese liegen im Innern der Zylinder) mit destilliertem Wasser. (Siehe Abb. A)



#### Vorsicht Materialschaden möglich:

Leitungswasser oder andere Flüssigkeiten fügen der Brennstoffzellenmembran dauerhaften Schaden zu.

Damit das Wasser besser um die Membran und die stromabnehmenden Metallplatten fließen kann, klopfst du die Brennstoffzelle leicht auf den Tisch.

Fülle noch ein bisschen Wasser hinzu, nur so viel bis es durch die kleinen Röhren läuft. Jetzt kannst du den Speicherzylinder wieder mit den Stopfen verschließen. Beachte dabei, dass keine Luft im Speicherzylinder eingeschlossen ist. Eine kleine Luftblase verursacht keine Probleme und kann vernachlässigt werden.



Falls die Brennstoffzelle schon lange nicht mehr gebraucht wurde, warte etwa 10 Minuten, damit die Membran ausreichend durchtränkt wird. Zum Schluss wird die Brennstoffzelle wieder umgedreht.

### Wasserstoff und Sauerstoff erzeugen (Elektrolyse)

Die Brennstoffzelle muss mit einer Gleichspannung zwischen 1,4 und 2 Volt versorgt werden.



#### Vorsicht Materialschaden möglich:

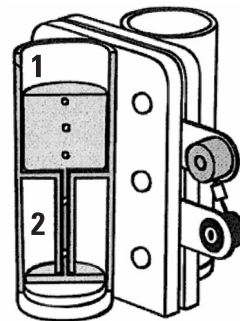
Durch eine zu hohe Spannung kann die Brennstoffzellenmembran zerstört werden. Die Brennstoffzelle darf auf keinen Fall an eine 9 V-fischertechnik-Stromversorgung angeschlossen werden.

Das im Hydro Cell Kit enthaltene Solarmodul besteht aus zwei Solarzellen, die in Reihe geschaltet sind. Das Solarmodul liefert ohne Belastung maximal eine Spannung von 1,2 V (Leerlaufspannung). Da diese Spannung für die Elektrolyse nicht ausreicht benötigst du zusätzlich ein weiteres Solarmodul aus dem Baukasten Profi Oeco Tech.

Schalte die beiden Solarmodule (Art. Nr. 136239) in Reihe und schließe sie an die Brennstoffzelle an (siehe Abb. 2 auf Seite 3). Die beiden Solarmodule liefern jetzt je nach Lichtstärke eine Spannung von 1,4 – 1,8 Volt.

**Tipp:** Besitzt du den „Profi Oeco Power“ Baukasten? Dann kannst du dessen Solarzellen verwenden und das Solarmodul vom Hydro Cell Kit. Schalte sie in Reihe und schließe alles an die Brennstoffzelle an (1 x Solarmodul Art. Nr. 136239, 2 x Solarzellen Art. Nr. 62567. Siehe Abb. 4 auf Seite 101). Die Spannung erreicht auch damit 1,4 – 1,8 Volt.

Sobald die Solarmodule bzw. Solarzellen mit ausreichend Sonnenlicht oder einer geeigneten Lichtquelle beleuchtet werden, beginnt die Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff. Die Gase werden in den entsprechenden Speicherzylindern gespeichert. Das Wasser wird in die darüber liegenden Überlaufkammern gedrückt. Die Brennstoffzelle ist vollständig „aufgeladen“, wenn das gesamte Wasser aus dem Wasserstoff-Speicherzylinder (2) in die darüber liegende Überlaufkammer (1) gedrückt wurde. Dieser Vorgang dauert ca. 15 – 60 Minuten, je nach Beleuchtungsstärke. Du kannst die Brennstoffzelle jetzt von den Solarmodulen trennen. Die Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff wird dadurch gestoppt.



**Tipp:** Willst du die optimale Leistung der Brennstoffzelle erzielen, so spüle die gesamte Luft aus der Brennstoffzelle. Fahre dazu mit der Wasserstoff-erzeugung fort, bis auch das letzte Wasser aus dem Sauerstoff-Speicherzylinder in die darüber liegende Überlaufkammer gedrückt wurde.

### Versuch 1:

Messe beim Erzeugen von Wasserstoff und Sauerstoff wie viel Wasserstoff in einer bestimmten Zeit erzeugt wird. Die erzeugte Wasserstoffmenge kannst du auf der Skala am Wasserstoff-Speicherzylinder ablesen. Beobachte welchen Einfluss die Lichtstärke auf die erzeugte Menge hat.

Bei einer großen Lichtstärke wird in der gleichen Zeit mehr Wasserstoff erzeugt. Wenn die Lichtstärke zu gering ist wird kein Wasserstoff erzeugt.

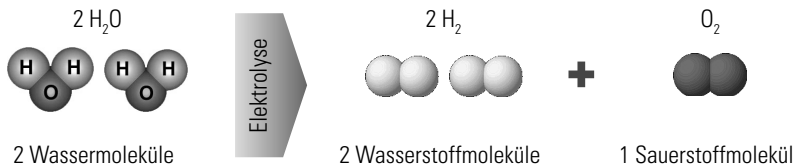
Wenn du als Lichtquelle eine Glühlampe mit 100 W im Abstand von 30 cm zu den Solarmodulen verwendest, dauert es etwa 15 min, bis der Wasserstoff-Speicherzylinder komplett mit Gas gefüllt ist.

### Versuch 2:

Beobachte beim Erzeugen von Wasserstoff und Sauerstoff die Gasmengen in den beiden Speicherzylindern. Was kannst du beobachten?

Es wird doppelt so viel Wasserstoff wie Sauerstoff erzeugt. Warum ist das so?

Wasser ( $H_2O$ ) besteht aus Verbindungen von Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff ( $O_2$ ). Diese Verbindungen nennt man Wassermoleküle. Ein Wassermolekül besteht aus zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom. Wenn bei der Elektrolyse das Molekül getrennt wird entstehen doppelt so viele Wasserstoffmoleküle wie Sauerstoffmoleküle.



### Elektrische Energie erzeugen

Sobald sich in den Speicherzylindern Wasserstoff und Sauerstoff befindet reagieren diese miteinander und an den Buchsen entsteht eine elektrische Spannung von 0,5 bis 0,9 V. Die Brennstoffzelle liefert einen Strom von 500 mA und hat eine Nennleistung von 250 mW.

#### Versuch:

SchlieÙe den im Baukasten Profi Oeco Tech (alternativ: Profi Oeco Power) enthaltenen Motor (Art. Nr. 69205) an die Buchsen der Brennstoffzelle an (siehe Abb. 3, auf Seite 3).

Was beobachtest du?

Der Motor dreht sich. Er wird durch die von der Brennstoffzelle erzeugte elektrische Energie angetrieben.

### Brennstoffzelle auÙer Betrieb nehmen / lagern

Die Brennstoffzelle sollte nicht mit Wasser gefüllt aufbewahrt werden.

Entferne daher nach deinen Versuchen die Stopfen von der Brennstoffzelle, gieÙe das Wasser aus und lasse die Brennstoffzelle trocknen.

### Hinweise zum Umweltschutz:

Die elektrischen und elektronischen Bauteile dieses Baukastens (z. B. Motoren, Lampen, Sensoren) gehören nicht in den Hausmüll. Sie müssen am Ende ihrer Lebensdauer an einem Sammelpunkt für das Recycling von elektrischen und elektronischen Geräten abgegeben werden. Das Symbol auf dem Produkt, der Verpackung oder der Anleitung weist darauf hin.

### Haftung

Eine Haftung der fischertechnik GmbH für Schäden, die daraus resultieren, dass der Baukasten nicht entsprechend seiner bestimmungsgemäÙen Verwendung gebraucht wurde, ist ausgeschlossen.

## Versuche mit Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech

Im Begleitheft zum Baukasten Profi Oeco Tech findest du viele weitere spannende Versuche, die du mit dem Hydro Cell Kit durchführen kannst.

Die dazugehörigen Modelle sind in der Profi Oeco Tech Bauanleitung beschrieben.

## Versuche mit Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power

Auch mit dem Baukasten Profi Oeco Power kannst Du zusammen mit dem Hydro Cell Kit weitere Versuche durchführen.

Baue für den ersten Versuch das Modell Drehschaukel auf (Profi Oeco Power – Bauanleitung S. 16). Die Solarzellen musst du jedoch nicht einbauen.

### Versuch 1:

Fülle die Brennstoffzelle mit destilliertem Wasser, erzeuge Wasserstoff und Sauerstoff und schließe dann den Motor an die Buchsen der Brennstoffzelle an. Das Modell wird jetzt durch die Brennstoffzelle angetrieben.

Beobachte, wie viel Wasserstoff beim Betrieb des Modells in welcher Zeit verbraucht wird. Den Verbrauch kannst du auf der Skala am Wasserstoff-Speicherzylinder ablesen. Berechne, wie lange das Modell mit einer Tankfüllung Wasserstoff laufen wird.

Baue für die weiteren Versuche das Modell Ölpumpe auf (Profi Oeco Power-Bauanleitung S. 12). Die Solarzellen musst du jedoch nicht einbauen. Schließe stattdessen den Motor und die Brennstoffzelle wie im Schaltbild (siehe Abb. 5 auf Seite 101) gezeigt, an die beiden Solarzellen und das Solarmodul an.

### Versuch 2:

Fülle die Brennstoffzelle mit destilliertem Wasser und stelle das Modell ins Sonnenlicht oder beleuchte die Solarzellen und das Solarmodul mit einer geeigneten Lichtquelle (z. B. 100 W Glühlampe im Abstand von 30 cm).

Was kannst Du beobachten?

Die Pumpe bewegt sich und es wird gleichzeitig Wasserstoff und Sauerstoff in der Brennstoffzelle erzeugt.

Der Motor und die Brennstoffzelle sind parallel geschaltet. Daher werden beide von den Solarzellen und dem Solarmodul mit elektrischer Energie versorgt. Die Energie reicht aus, um den Motor anzutreiben und gleichzeitig Wasserstoff und Sauerstoff zu erzeugen.

**Versuch 3:**

Warte jetzt, bis der Wasserstoff-Speicherzylinder etwa halb voll ist und verdecke dann die Solarzellen und das Solarmodul oder schalte die Lichtquelle aus.

Was kannst Du jetzt beobachten? Achte auch auf den Wasserstoff-Speicherzylinder.

Das Modell läuft zwar langsamer, aber es bleibt nicht stehen und die Brennstoffzelle verbraucht Wasserstoff.

Wenn die Lichtstärke abnimmt wird das Modell durch die Brennstoffzelle angetrieben. Die Pumpe läuft jetzt also auch weiter nach Sonnenuntergang oder wenn die Sonne durch eine Wolke verdeckt wird.

Das Modell läuft jetzt langsamer. Das liegt daran, dass die Brennstoffzelle eine geringere Spannung liefert als die Solarzellen und das Solarmodul. Ein Elektromotor dreht sich langsamer wenn er mit einer geringeren Spannung versorgt wird.

## Technische Daten Brennstoffzelle

### Allgemeines

Betriebstemperatur	10–40 °C
Lagertemperatur	5–40 °C
Gasspeicher-Kapazität	2 × 15 ml

### Betrieb als Elektrolyseur

Betriebsspannung	1,4–2 V
Betriebsstrom	0–500 mA
Maximale Wasserstoffproduktionsrate	3,5 ml / min

### Betrieb als Brennstoffzelle

Betriebsspannung	0,5–0,9 V
Betriebsstrom	500 mA
Nennleistung	250 mW

## Störungsbeseitigung

Störung	Mögliche Ursache	Störungsbehebung
Ungewöhnlich hohe Spannung, wenn eine Last an die Brennstoffzelle angeschlossen wird	Schicht an der Oberfläche des Katalysators	Die Schicht an der Oberfläche des Katalysators, welche die anfängliche Ausgangsspannung der Brennstoffzelle erhöht verschwindet nach wenigen Sekunden
Keine oder sehr langsame Wasserstofferzeugung.	Falsche Verbindung zwischen Solarmodulen und Brennstoffzelle	Verbindungen überprüfen und ggf. korrigieren
	Lichtstärke zu gering	Erhöhung der Lichtstärke
Geringe Brennstoffzellenleistung	Brennstoffzellenmembran ist zu trocken	Die mit destilliertem Wasser gefüllte Brennstoffzelle 30 Minuten lang mit den Stopfen nach oben stehen lassen
	Brennstoffzellenmembran ist zu nass	Wasser aus der Brennstoffzelle ausgießen und die Brennstoffzelle einen Tag lang offen stehen lassen

# WARNING!

For use by children aged 10 and older only. May only be used by children under careful supervision of adults who have read and taken the precautions described in the experiments kit. Read the instructions before use, follow them and keep them to hand to refer to if necessary.

Instructions for parents are included and must be followed. Keep packaging and instructions as they contain important information. Hydrogen is produced during the experiment. When mixed with oxygen in the air, hydrogen can form an explosive mixture. Therefore, all ignition sources must be removed before performing the experiment.

## CONTENTS

<b>Hydro Cell Kit</b> .....	<b>p. 16</b>
Important Instructions on use of the Hydro Cell Kit.....	p. 16
<b>Safety Rules</b> .....	<b>p. 16</b>
Proper use.....	p. 16
<b>How the Fuel Cell Works</b> .....	<b>p. 17</b>
<b>Operation of the Fuel Cell</b> .....	<b>p. 18</b>
Filling the fuel cell with distilled water .....	p. 18
Producing hydrogen and oxygen (electrolysis).....	p. 19
Producing electrical energy.....	p. 21
Shutting down/storing the fuel cell .....	p. 21
<b>Information about Environmental Protection</b> .....	<b>p. 21</b>
<b>Liability</b> .....	<b>p. 21</b>
<b>Experiments using the Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech</b> .....	<b>p. 22</b>
<b>Experiments using the Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power</b> .....	<b>p. 22</b>
<b>Fuel Cell Technical Data</b> .....	<b>p. 24</b>
<b>Troubleshooting</b> .....	<b>p. 24</b>
<b>Circuit Diagrams for the Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power</b> .....	<b>p. 101</b>

## Hydro Cell Kit

How does a fuel cell work? How can you produce hydrogen with it? The Hydro Cell Kit provides knowledge for all areas associated with this exciting topic. With the fuel cell and the additional solar module, interesting additional models can be built in connection with the construction set, Profi Oeco Tech. The instructional activity booklet in the Profi Oeco Tech kit offers assistance. All of your questions are answered.

### Important instructions on use of the Hydro Cell Kit

The Hydro Cell Kit is an extension kit. You will also need the Profi Oeco Tech kit (Item # 505284) to operate the fuel cell and to perform the experiments in this instruction manual. Alternatively, you can also use the Profi Oeco Power kit (Item # 57485).

### Advice for supervising adults:

- This box of building blocks is intended for children above the age of 10 only.
- The instructions should enable a parent to determine whether the building blocks are suitable for the child.

### Safety Rules

- Read these instructions before starting the experiment, follow them and keep them to hand to refer to if necessary.
- Keep the experiments kit safely out of reach of small children.
- Do not put wires into the electrical outlet.
- Warning: Do not remove the protective diode between the connections of the fuel cell! It prevents irreparable damage to the fuel cell and overheating wires if a short circuit occurs between the plus pole (red) and minus pole (black).
- Do not short circuit the fuel cell (risk of explosion)!
- Warning: Temperature changes on accessible surfaces due to (connection) errors or improper changes can exceed the allowable limits!
- The fuel cell may only be operated with a direct voltage up to 2 V. Never connect other, e. g. 9 V fischertechnik power supplies.
- Do not short circuit the contact points of the fuel cell.



- Too high voltage or a short circuit can destroy the fuel cell membrane.
- Do not generate electricity or hydrogen for any other purposes than those given in the instruction manual.
- Only generate or store as much hydrogen as fits in the fuel cell's storage cylinder (approx. 15 ml).
- Avoid continuous charging of the fuel cell.

### Proper Use

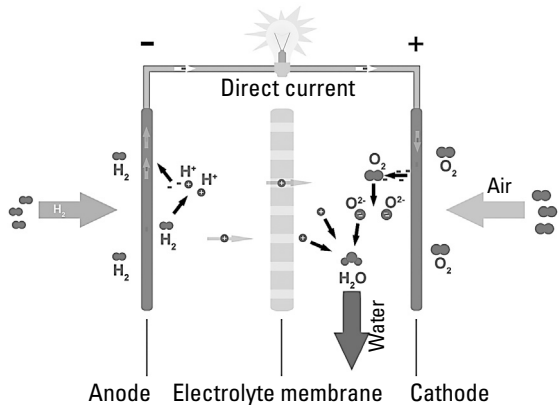
The Hydro Cell Kit's fuel cell may only be used to operate fischertechnik models.

### How the Fuel Cell Works

■ A fuel cell converts the chemical energy of a fuel (e.g. hydrogen) into electric current (electricity). A fuel cell is therefore not an energy store but an energy converter.

Fuels cells are used, for example, to drive vehicles and to supply homes with heat and electricity.

A fuel cell consists of two electrodes (anode and cathode), which are separated from each other by an electrolyte membrane.



The electrodes are made from metal or carbon. They are coated with a catalyst, for example, platinum or palladium.

Inside the fuel cell, hydrogen and oxygen react to form water. This reaction produces an electric voltage between the two electrodes which can be used, for example, to drive an electric motor.

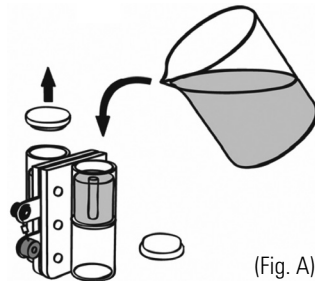
■ The fuel cell included in the Hydro Cell Kit is a so-called reversible fuel cell. This means that the fuel cell has the following two functions:

- On the one hand, the reversible fuel cell can be used as a so-called electrolyzer, for producing hydrogen and oxygen from distilled water. This process is called electrolysis. The hydrogen and oxygen are stored in storage cylinders.
- On the other hand, the reversible fuel cell can be used to produce electrical energy by reacting the stored hydrogen with the stored oxygen.

## Operating the fuel cell

Description of the fuel cell (see Fig. 1 on page 3).

- 1 Overflow chamber, hydrogen side
- 2 Hydrogen storage cylinder
- 3 Plug, hydrogen side
- 4 Oxygen storage cylinder  
(not shown in the diagram)
- 5 Negative jack (black)
- 6 Protective diode
- 7 Positive jack (red)
- 8 Overflow chamber, oxygen side



(Fig. A)

### Filling the fuel cell with distilled water

Place the fuel cell on a flat plate with the plugs facing upwards. Then remove the two plugs. Fill the two storage cylinders with distilled water, up to the top edge of the small tubes (these are positioned inside the cylinders). (See Fig. A)



#### **Caution! Material damage possible:**

Tap water and other liquids permanently damage the fuel cell membrane.

Gently bang the fuel cell on the table to let the water flow more easily around the membrane and the current collecting metal plates.

Now add a bit more water, just enough for it to run through the small tubes. You can now use the plugs to close the storage cylinders again. Ensure that no air is trapped in the storage cylinder. A small air bubble does not cause any problems and can be ignored.

If the fuel cell has not been used for a long time, wait for around 10 minutes, to allow the membrane to become sufficiently impregnated. Now turn the fuel cell around again.

### Producing hydrogen and oxygen (electrolysis)

The fuel cell must be supplied with a direct voltage between 1.4 and 2 volt.



**Caution! Material damage possible:**

If the voltage is too high, it can destroy the fuel cell membrane. The fuel cell must never be connected to a 9 V fischertechnik power supply.

The solar module included in the Hydro Cell Kit consists of two solar cells, which are connected in series. If it is not connected to a load, the solar module supplies a maximum voltage of 1.2 V (no-load voltage). As this voltage is not enough for the electrolysis, you will need another solar module from the Profi Oeco Tech kit.

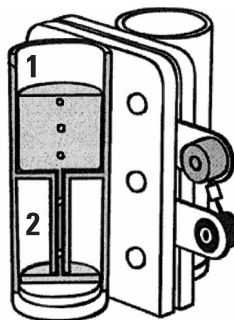
Connect the two solar modules (Item # 136239) in series and connect them to the fuel cell (see Fig. 2 on page 3). Depending on the light intensity, the two solar modules now supply a voltage of 1.4 – 1.8 volt.

**Tip:** Have you got the "Profi Oeco Power" kit? Then you can use its solar cells and the solar module of the Hydro Cell Kit. Connect them in series and connect everything to the fuel cell (1 x solar module Item # 136239, 2 x solar cells Item # 62567. See Fig. 4 on page 101). The voltage now also reaches 1.4 – 1.8 volt.

Production of hydrogen and oxygen begins as soon as the solar modules or the solar cells are lit with sufficient sunlight or a suitable light source. The gases are stored in the corresponding storage cylinders. The water is pressed into the overflow chambers above the cylinders.

The fuel cell is completely "charged" when all the water from the hydrogen storage cylinder (2) has been pressed into the overflow chamber above it (1). This process lasts around 15 – 60 minutes, depending on the light intensity.

You can now disconnect the fuel cell from the solar modules. This stops the production of hydrogen and oxygen.



**Tip:** If you want to achieve the optimum output of the fuel cell, flush all the air out of the fuel cell. To do this, continue producing hydrogen until the last of the water has been pressed out of the oxygen storage cylinder and into the overflow chamber above it.

### Experiment 1:

Measure how much hydrogen is produced in a certain period of time during the production of hydrogen and oxygen. You can read off the quantity of hydrogen from the scale on the hydrogen storage cylinder. Watch what effect the light intensity has on the quantity produced.

If the light intensity is high, more hydrogen is produced during the same time. If the light intensity is too low, no hydrogen is produced at all.

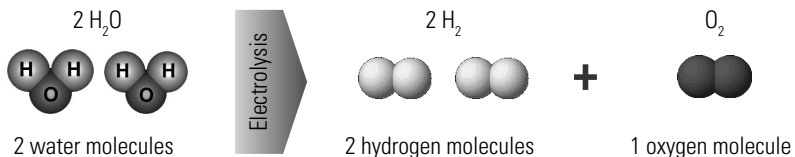
If you use a 100 W light bulb as a light source at a distance of 30 cm from the solar modules, it takes around 15 min for the hydrogen storage cylinder to completely fill with gas.

### Experiment 2:

Observe the quantities of gas in the two storage cylinders during the hydrogen and oxygen production. What can you observe?

Twice as much hydrogen is produced as oxygen. Why?

Water ( $\text{H}_2\text{O}$ ) consists of compounds of hydrogen ( $\text{H}_2$ ) and water ( $\text{O}_2$ ). These compounds are called water molecules. A water molecule consists of two hydrogen atoms and one oxygen atom. When the molecule is split during electrolysis, twice as many hydrogen molecules are produced as oxygen molecules.



## Producing electric energy

As soon as there is hydrogen and oxygen in the storage cylinders, they react with each other and an electric voltage of 0.5 to 0.9 V is produced at the jacks. The fuel cell supplies a 500 mA current and has a nominal power of 250 mW.

### Experiment:

Connect the motor in the Profi Oeco Tech kit (alternatively: Profi Oeco Power) (Item # 69205) to the jacks of the fuel cell (see Fig. 3, on page 3).

What do you see?

The motor is rotating. It is driven by the electrical energy generated by the fuel cell.

## Shutting down/storing the fuel cell

The fuel cell should not be stored filled with water.

Therefore, after you have finished your experiments, remove the plugs from the fuel cell, pour out the water and leave the fuel cell to dry.

## Information about Environmental Protection

Do not put the electrical and electronic components of this kit (e.g. motors, lamps, sensors) in the household waste. At the end of their service life, hand them in to a collection point for the recycling of electrical and electronic devices.

The symbol on the product, packaging or the instructions indicates this.

## Liability

Liability on the part of fischertechnik GmbH for damages, which resulted from the fact that the kit was not used in accordance with instructions, is excluded.

## Experiments using the Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech

The activity booklet supplied with the Profi Oeco Tech kit contains many other exciting experiments, which you can perform using the Hydro Cell Kit.

The corresponding models are described in the Profi Oeco Tech assembly instruction.

## Experiments using the Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power

You can also use the Profi Oeco Power kit together with the Hydro Cell Kit to perform other experiments.

For the first experiment, build the rotating swing model (Profi Oeco Power – assembly instruction, p.16). However, you do not have to install the solar cells.

### Experiment 1:

Fill the fuel cell with distilled water, produce hydrogen and oxygen and then connect the motor to the jacks of the fuel cell. The model is now driven by the fuel cell.

Observe how much hydrogen is consumed in how much time while the model is running. You can read off the consumption from the scale on the hydrogen storage cylinder. Calculate how long the model will run with a tank full of hydrogen.

Build the oil pump model for the other experiments (Profi Oeco Power assembly instruction, p.12). However, you do not have to install the solar cells. Instead, connect the motor and the fuel cell to the two solar cells and the solar module, as shown in the circuit diagram (see Fig. 5 on page 101).

### Experiment 2:

Fill the fuel cell with distilled water and place the model in the sunlight or illuminate the solar cells and the solar module with a suitable light source (e.g. 100 W light bulb at a distance of 30 cm).

What can you observe?

The pump moves and at the same time, hydrogen and oxygen are produced in the fuel cell. The motor and the fuel cell are connected in parallel. Both are therefore supplied with electric energy from the solar cells and from the solar module. The energy is sufficient to drive the motor and at the same time to produce hydrogen and oxygen.

**Experiment 3:**

Now wait until the hydrogen storage cylinder is around half-full and then cover up the the solar cells and the solar module or switch off the light source.

What can you observe now? Pay attention to the hydrogen storage cylinder too.

The model runs more slowly, but it does not stop and the fuel cell consumes hydrogen. If the light intensity reduces, the model is driven by the fuel cell. The pump now continues running, even after sunset or if the sun is concealed by a cloud.

The model now runs more slowly. This is because the fuel cell supplies a lower voltage than the solar cells and the solar module. An electric motor rotates more slowly if it is supplied with a lower voltage.

## Fuel cell technical data

### General

Operating temperature	10–40 °C
Storage temperature	5–40 °C
Gas storage capacity	2 × 15 ml

### Operation as electrolyzer

Operating voltage	1.4–2 V
Operating current	0–500 mA
Maximum hydrogen production rate	3.5 ml / min

### Operation as fuel cell

Operating voltage	0.5–0.9 V
Operating current	500 mA
Nominal power	250 mW

## Troubleshooting

Fault	Possible cause	Remedy
Unusually high voltage, if a load is connected to the fuel cell	Coat on the surface of the catalyst	The coat on the surface of the catalyst, which increases the initial output voltage of the fuel cell, disappears after a few seconds
No or very slow hydrogen production.	Incorrect connection between solar modules and fuel cell	Check connections and if necessary correct
	Light intensity too low	Increase the light intensity
	Fuel cell membrane is too dry	Leave the fuel cell filled with distilled water to stand for 30 minutes with the plugs facing upward
Low fuel cell output	Fuel cell membrane is too wet	Pour water out of the fuel cell and leave the fuel cell to stand open for a day



# AVERTISSEMENT !

Boîte uniquement destinée aux enfants de plus de 10 ans. Seulement destinée à un emploi sous la surveillance rigoureuse d'adultes, qui ont étudié les consignes de sécurité décrites dans la boîte expérimentale. Lisez les instructions avant emploi, suivez-les et maintenez-les à disposition, afin que vous puissiez les consulter à tout moment.

Ce mode d'emploi contient des instructions destinées aux parents, à respecter impérativement. Conservez le conditionnement et le mode d'emploi, étant donné qu'ils comportent des informations importantes. Les essais créent de l'hydrogène. L'hydrogène peut créer un mélange explosif en contact avec l'oxygène contenu dans l'air. Il est donc impératif d'éloigner toutes les sources d'allumage avant de procéder aux essais.

## SOMMAIRE

<b>Hydro Cell Kit .....</b>	<b>Page 26</b>
Observations importantes pour l'utilisation du Hydro Cell Kit .....	Page 26
<b>Consignes de sécurité .....</b>	<b>Page 26</b>
Emploi conforme à l'usage prévu .....	Page 26
<b>Principe de fonctionnement de la cellule électrochimique .....</b>	<b>Page 27</b>
<b>Utilisation de la cellule électrochimique .....</b>	<b>Page 28</b>
Remplissage d'eau distillée de la cellule électrochimique .....	Page 28
Génération d'hydrogène et d'oxygène (électrolyse) .....	Page 29
Génération de l'énergie électrique .....	Page 31
Mise hors circuit / rangement et stockage de la cellule électrochimique ...	Page 31
<b>Observations quant à la protection de l'environnement .....</b>	<b>Page 31</b>
<b>Responsabilités .....</b>	<b>Page 31</b>
<b>Essais avec Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech .....</b>	<b>Page 32</b>
<b>Essais avec Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power .....</b>	<b>Page 32</b>
<b>Caractéristiques techniques de la cellule électrochimique .....</b>	<b>Page 34</b>
<b>Dépannages .....</b>	<b>Page 34</b>
<b>Schémas des connexions pour Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power .....</b>	<b>Page 101</b>

## Hydro Cell Kit

Comment fonctionne une cellule électrochimique ? Comment peut-on générer de l'hydrogène avec une cellule ? Hydro Cell Kit fournit des connaissances intéressantes sur ce sujet captivant. La cellule électrochimique et le module solaire supplémentaire permettent de construire des maquettes intéressantes complémentaires ensemble avec la boîte de construction Profi Oeco Tech. Consultez le manuel d'accompagnement de la boîte de construction Profi Oeco Tech, s'il vous faut de l'aide. Il répondra à toutes vos questions.

### Observations importantes pour l'utilisation du Hydro Cell Kit

Hydro Cell Kit est un kit d'extension. Vous devez disposer de la boîte de construction Profi Oeco Tech (Art. n° 505284), si vous voulez vous servir de la cellule électrochimique et reproduire les essais décrits dans ce mode d'emploi. La boîte de construction Profi Oeco Power (Art. n° 57485) est utilisable en alternative.

### Conseils pour les adultes surveillant un enfant

- Ce coffret d'expérimentation est uniquement destiné à des enfants de plus de 10 ans.
- Les instructions doivent rendre les adultes capables d'évaluer si l'expérimentation est adaptée aux aptitudes de l'enfant concerné.

### Consignes de sécurité

- Lisez ce mode d'emploi avant de commencer les essais, suivez-le et maintenez-le à disposition afin que vous puissiez le consulter à tout moment.
- Rangez la boîte expérimentation hors de portée de mains des enfants en bas âge.
- Ne pas introduire les fils dans la prise de courant.
- Avertissement : ne pas enlever la diode de protection entre les raccordements de la cellule électrochimique ! Elle évite que la cellule électrochimique puisse être détruite ou que les conduites surchauffent dans l'hypothèse d'un court-circuit entre la douille positive (rouge) et la douille négative (noire).
- Ne pas court-circuiter la cellule électrochimique (risque d'explosion) !
- Avertissement : les erreurs (de commutation) ou les modifications inadmissibles peuvent avoir pour effet d'augmenter la température des surfaces, qu'on peut toucher, au-delà des valeurs limites admissibles !
- L'utilisation de la cellule électrochimique est uniquement admissible avec un courant continu de jusqu'à 2 Volts. Ne jamais raccorder la cellule électrochimique aux alimentations en courant fischertechnik habituelles de 9 Volts par exemple.

- Il est interdit de court-circuiter les douilles de jonctions de la cellule électrochimique.
- Une tension trop élevée ou un court-circuit risque de détériorer la membrane de la cellule électrochimique.
- Ne générez pas d'électricité ou d'hydrogène pour d'autres buts que ceux indiqués dans le mode d'emploi. Générez ou accumulez uniquement un volume d'hydrogène pouvant entrer dans le réservoir cylindrique de la cellule électrochimique (environ 15 ml).
- Évitez un chargement ininterrompu de la cellule électrochimique.

### Emploi conforme à l'usage prévu

La cellule électrochimique du Hydro Cell Kit est exclusivement destinée à une utilisation avec des maquettes fischertechnik.

## Principe de fonctionnement de la cellule électrochimique

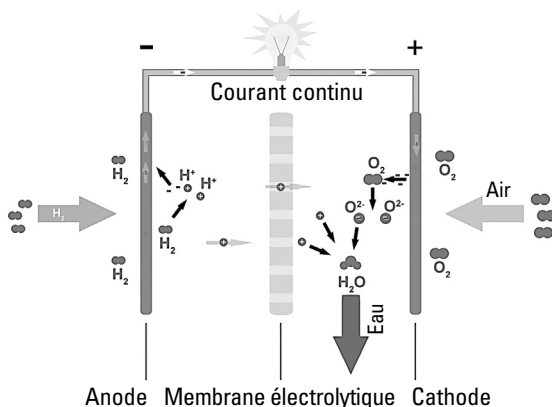
■ Une cellule électrochimique transforme l'énergie chimique d'un combustible (de l'hydrogène par exemple) en courant électrique. Une cellule électrochimique n'est donc pas un réservoir d'énergie, mais un convertisseur d'énergie.

Les cellules électrochimiques servent par exemple à la propulsion de véhicules et à l'alimentation en chaleur et en électricité des bâtiments.

Une cellule électrochimique est composée de deux électrodes (anode et cathode), séparée l'une de l'autre par une membrane électrolytique.

Les électrodes sont habituellement composées de métal ou de carbone. Elles sont revêtues d'un catalyseur, par exemple composé de platine ou de palladium.

L'hydrogène et l'oxygène réagissent avec l'eau dans la cellule électrochimique. Cette réaction crée une tension électrique entre les deux électrodes, qui peut par exemple servir à l'actionnement d'un moteur électrique.



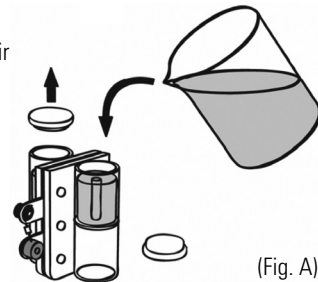
■ La cellule électrochimique contenue dans le Hydro Cell Kit est une cellule électrochimique dite réversible. La cellule électrochimique est donc en mesure d'assumer les deux fonctions ci-après :

- La cellule électrochimique réversible est utilisable, d'une part, comme électrolyseur pour générer de l'hydrogène et de l'oxygène à base d'eau distillée. Ce phénomène est ce que nous appelons l'électrolyse. L'oxygène et l'hydrogène sont accumulés dans des réservoirs cylindriques.
- La cellule électrochimique réversible est, d'autre part, également en mesure de générer de l'énergie électrique via la réaction de l'hydrogène accumulé avec l'oxygène accumulé.

## Utilisation de la cellule électrochimique

Description des éléments de la cellule électrochimique (voir

- 1 Chambre de trop-plein côté hydrogène
- 2 Réservoir d'hydrogène
- 3 Bouchon côté hydrogène
- 4 Réservoir d'oxygène (invisible sur la Figure)
- 5 Douille négative (noire)
- 6 Diode de protection
- 7 Douille positive (rouge)
- 8 Chambre de trop-plein côté oxygène



(Fig. A)

### Remplissage d'eau distillée de la cellule électrochimique

Pour ce faire, posez la cellule électrochimique sur une assiette plate avec les bouchons contre-haut. Retirez ensuite les deux bouchons. Remplissez les deux réservoirs cylindriques jusqu'au bord supérieur des petits tubes (qui se situent à l'intérieur des cylindres) avec de l'eau distillée. (Voir Fig. A)



#### Attention aux dommages matériels :

L'eau du robinet ou d'autres liquides risquent de détériorer la membrane de la cellule électrochimique durablement.

Cognez la cellule électrochimique avec précaution sur la table, afin que l'eau puisse mieux circuler autour de la membrane et des plaques métalliques de captage du courant. Ajoutez encore un peu d'eau, jusqu'à ce qu'elle parcourt les petits tubes. Ensuite, vous pouvez refermer les réservoirs cylindriques à l'aide des bouchons. Veillez à ce qu'il n'y ait pas d'air enfermé dans le réservoir cylindrique. Une petite bulle d'air ne cause habituellement pas de problèmes et vous pouvez la négliger de ce fait.

Patiencez environ 10 minutes jusqu'à ce que la membrane soit suffisamment imprégnée, si vous ne vous êtes pas servi de la cellule électrochimique durant une période prolongée. Terminer l'opération en retournant la cellule électrochimique.

### Génération d'hydrogène et d'oxygène (électrolyse)

Alimentez la cellule électrochimique avec du courant continu situé entre 1,4 et 2 Volts.



#### Attention aux dommages matériels :

Une tension trop élevée risque de détériorer la membrane de la cellule électrochimique. Il est strictement interdit de raccorder la cellule électrochimique à une alimentation en courant fischertechnik habituelle de 9 Volts.

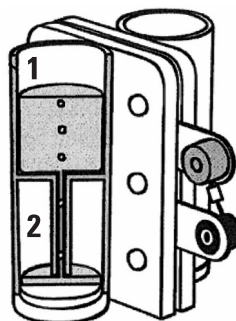
Le module solaire contenu dans le Hydro Cell Kit est composé de deux cellules solaires montées en série. Le module solaire fournit une tension maximale de 1,2 Volts sans charge (tension de marche à vide). Cette tension ne suffit cependant pas pour produire l'électrolyse et vous devez vous servir d'un module solaire de plus, contenu dans la boîte de construction Profi Oeco Tech.

Montez les deux modules solaires (Art. n° 136239) en série et raccordez-les à la cellule électrochimique (voir Fig. 2 à la page 3). Les deux modules solaires fournissent dorénavant une tension de 1,4 à 1,8 Volts en fonction de l'intensité de la lumière incidente.

**Astuce :** possédez-vous la boîte de construction « Profi Oeco Power » ? Dans l'affirmative, vous pouvez vous servir des cellules solaires de cette boîte et du module solaire du Hydro Cell Kit. Montez les éléments en série et raccordez-les à la cellule électrochimique (1 module solaire Art. n° 136239, 2 cellules solaires Art. n° 62567. Voir Fig. 4 à la page 101). La tension atteint également 1,4 à 1,8 Volts dans ce cas.

La génération d'hydrogène et d'oxygène démarre dès que les modules solaires ou les cellules solaires ont accumulé suffisamment de lumière solaire ou s'ils ont été exposés à une source de lumière appropriée. Les gaz sont accumulés dans les réservoirs cylindriques respectifs. L'eau est pressée dans les chambres de trop-plein sus-jacentes.

La cellule électrochimique est complètement « chargée », si toute l'eau contenue dans le réservoir d'hydrogène (2) a été pressée dans la chambre de trop-plein sus-jacente (1). Cette réaction dure environ 15 à 60 minutes selon l'intensité de la lumière incidente. Vous pouvez séparer la cellule électrochimique des modules solaires maintenant. La séparation a pour effet de stopper la génération d'hydrogène et d'oxygène.



**Astuce :** chassez tout l'air contenu dans la cellule électrochimique, si vous voulez obtenir une puissance optimale de la cellule électrochimique. Pour ce faire, vous devez poursuivre la génération d'hydrogène jusqu'à ce que toute l'eau a effectivement été pressée dans le réservoir d'oxygène sus-jacent.

### Essai 1 :

Mesurez la quantité d'hydrogène générée pendant une durée déterminée au cours de la génération d'hydrogène et d'oxygène. La quantité d'hydrogène générée est affichée sur l'échelle du réservoir d'hydrogène. Observer l'influence de la luminosité sur la quantité générée.

La cellule génère plus d'hydrogène lors d'une exposition à une luminosité plus élevée. La génération d'hydrogène ne se produit cependant pas lors d'une luminosité insuffisante.

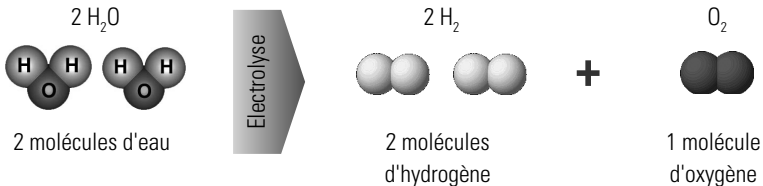
Le réservoir d'hydrogène sera intégralement rempli de gaz, si vous vous servez d'une lampe à incandescence de 100 Watts comme source lumineuse placée à une distance de 30 cm des modules solaires.

### Essai 2 :

Observez la quantité de gaz accumulé dans les deux réservoirs cylindriques lors de la génération d'hydrogène et d'oxygène. Que constatez-vous ?

Il y a deux fois autant d'hydrogène que d'oxygène. Pour quelle raison ?

L'eau (abréviation chimique :  $H_2O$ ) est une combinaison d'hydrogène ( $H_2$ ) et d'oxygène ( $O_2$ ). Ces combinaisons sont ce que nous appelons les molécules d'eau. Une molécule d'eau est composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. La séparation de la molécule par l'électrolyse a pour effet de créer deux fois autant de molécules d'hydrogène que de molécules d'oxygène.



### Génération de l'énergie électrique

Les éléments réagissent l'un par rapport à l'autre dès que les réservoirs cylindriques sont remplis d'hydrogène et d'oxygène et une tension électrique de 0,5 à 0,9 Volt est générée au niveau des douilles. La cellule électrochimique fournit 500 mA de courant électrique et une puissance nominale de 250 mW.

#### Essai :

Raccordez le moteur (Art. n° 69205) contenu dans la boîte de construction Profi Oeco Tech (alternative : Profi Oeco Power) aux douilles de la cellule électrochimique (voir Fig. 3 à la page 3).

Que voyez-vous ?

Le moteur tourne. Il est actionné par l'énergie électrique générée par la cellule électrochimique.

### Mise hors circuit / rangement et stockage de la cellule électrochimique

Ne rangez pas la cellule électrochimique tant qu'elle contient de l'eau.

Retirez toujours les bouchons de la cellule électrochimique après vos essais, videz toute l'eau contenue et laissez sécher la cellule électrochimique avant de la ranger.

### Observations quant à la protection de l'environnement

Les éléments de construction électriques et électroniques de cette boîte de construction (par exemple les moteurs, lampes et capteurs) ne sont pas destinés aux ordures ménagères. Il est impératif de les remettre à un poste de collecte des appareils électriques et électroniques en vue d'un recyclage à la fin de leur durée de vie utile.

Le pictogramme figurant sur le produit, le conditionnement ou le manuel attire votre attention sur une élimination correcte.

### Responsabilités

fischertechnik GmbH décline toute responsabilité pour les dommages résultant d'une utilisation non conforme à l'usage prévu de la boîte de construction.

## Essais avec Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech

Le manuel d'accompagnement de la boîte Profi Oeco Tech contient de nombreux essais captivants, que vous pouvez réaliser avec le Hydro Cell Kit.

Les maquettes respectives sont décrites dans les instructions de montage de la boîte Profi Oeco Tech.

## Essais avec Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power

La boîte de construction Profi Oeco Power permet également d'effectuer des essais de plus avec le Hydro Cell Kit.

Montez la maquette de la balançoire rotative pour le premier essai (Profi Oeco Power – instructions de montage, page 16). Mais vous ne devez pas incorporer les cellules solaires.

### Essai 1 :

Remplissez la cellule électrochimique d'eau distillée, générez l'hydrogène et l'oxygène et raccordez ensuite le moteur aux douilles de la cellule électrochimique. La maquette est dorénavant actionnée par la cellule électrochimique.

Observez la consommation en hydrogène de la maquette en fonctionnement pendant un certain temps. Vous pouvez lire la consommation affichée sur l'échelle du réservoir d'hydrogène. Calculez la durée de fonctionnement de la maquette avec un plein d'hydrogène.

Montez la maquette de la pompe à huile pour l'autre essai (Profi Oeco Power – instructions de montage, page 12). Mais vous ne devez pas incorporer les cellules solaires. Au lieu de cela, raccordez le moteur et la cellule électrochimique aux deux cellules solaires et au module solaire en suivant les instructions du schéma des connexions (voir Fig. 5 à la page 101).



**Essai 2 :**

Remplissez la cellule électrochimique d'eau distillée et exposez la maquette aux rayons du soleil ou exposez les cellules solaires et le module solaire à une source de luminosité appropriée (par exemple une lampe à incandescence de 100 Watts à une distance de 30 cm).

Que constatez-vous ?

La pompe se déplace et la cellule électrochimique génère simultanément de l'hydrogène et de l'oxygène.

Le moteur et la cellule électrochimique sont montés en parallèle. Les deux sont donc alimentés en énergie électrique par les cellules solaires et le module solaire. L'énergie est suffisante pour entraîner le moteur et générer simultanément de l'hydrogène et de l'oxygène.

**Essai 3 :**

Patientez jusqu'à ce que le réservoir d'hydrogène soit à moitié plein et couvrez ensuite les cellules solaires et le module solaire ou déconnectez la source de lumière.

Que constatez-vous maintenant ? Apportez une attention particulière au réservoir d'hydrogène.

La maquette fonctionne lentement, mais elle ne s'immobilise pas et la cellule électrochimique consomme de l'hydrogène.

La maquette est actionnée par la cellule électrochimique si l'intensité de la lumière baisse. La pompe continue de fonctionner maintenant, même après le coucher du soleil ou si le soleil est couvert par un nuage.

La maquette fonctionne plus lentement maintenant. Ceci provient du fait que la cellule électrochimique fournit moins de tension que les cellules solaires et le module solaire. Un moteur électrique tourne plus lentement, si sa tension d'alimentation est plus faible.

## Caractéristiques techniques de la cellule électrochimique

### En général

Température de service	10–40 °C
Température de stockage	5–40 °C
Capacité d'accumulation en gaz	2 × 15 ml

### Fonctionnement comme électrolyseur

Tension de service	1,4–2 Volts
Courant de service	0–500 mA
Taux maximal de production d'hydrogène	3,5 ml / min

### Fonctionnement comme cellule électrochimique

Tension de service	0,5–0,9 Volt
Courant de service	500 mA
Puissance nominale	250 mW

## Dépannages

Panne	Cause possible	Remède
Tension élevée insolite lors du raccordement d'une charge à la cellule électrochimique	Couche à la surface du catalyseur	La couche à la surface du catalyseur, qui est destinée à augmenter la tension de sortie initiale de la cellule électrochimique, disparaît après quelques secondes
Génération d'hydrogène faisant défaut ou très lente	Connexion erronée entre les modules solaires et la cellule électrochimique	Contrôler les connexions et les corriger si besoin est
	Luminosité insuffisante	Augmenter la luminosité
Faible puissance de la cellule électrochimique	Membrane de la cellule électrochimique trop sèche	Laisser reposer la cellule électrochimique remplie d'eau distillée durant 30 minutes avec les bouchons contre-haut
	Membrane de la cellule électrochimique trop mouillée	Vider l'eau contenue dans la cellule électrochimique et laisser reposer la cellule ouverte toute une journée

# Waarschuwing!

Alleen geschikt voor gebruik door kinderen ouder dan 10 jaar. Het gebruik is alleen toegestaan onder toezicht van volwassenen, die op de hoogte zijn van de beschreven voorzorgsmaatregelen met betrekking tot het gebruik van de experimentendoos. Lees de aanwijzingen voor gebruik zorgvuldig door, volg deze op en houd ze binnen handbereik.

Er zijn ook aanwijzingen voor de ouders opgenomen, die in acht moeten worden genomen. De verpakking en gebruiksaanwijzing goed bewaren, omdat deze belangrijke informatie bevatten. Bij het experiment ontstaat waterstof. Waterstof kan in combinatie met zuurstof een explosief mengsel vormen. Daarom moeten alle ontstekingsbronnen voorafgaand aan het experiment verwijderd worden.

## INHOUD

<b>Hydro Cell Kit</b> .....	<b>P. 36</b>
Belangrijke aanwijzing voor het gebruik van de Hydro Cell Kit.....	P. 36
<b>Veiligheidsaanwijzingen</b> .....	<b>P. 36</b>
Reglementair gebruik .....	P. 36
<b>Werkingsprincipe van de brandstofcel</b> .....	<b>P. 37</b>
<b>Werking van de brandstofcel</b> .....	<b>P. 38</b>
Brandstofcel met gedestilleerd water vullen.....	P. 38
Waterstof en zuurstof genereren (elektrolyse) .....	P. 39
Elektrische energie genereren.....	P. 41
Brandstofcel buiten gebruik stellen/opslaan .....	P. 41
<b>Aanwijzingen ter bescherming van het milieu</b> .....	<b>P. 41</b>
<b>Aansprakelijkheid</b> .....	<b>P. 41</b>
<b>Experimenten met Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech</b> .....	<b>P. 42</b>
<b>Experimenten met Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power</b> .....	<b>P. 42</b>
<b>Technische gegevens van brandstofcellen</b> .....	<b>P. 44</b>
<b>Verhelpen van storingen</b> .....	<b>P. 44</b>
<b>Schakelschema's voor Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power</b> .....	<b>P. 101</b>

## Hydro Cell Kit

Hoe werkt een brandstofcel? Hoe kun je daarmee waterstof maken? De Hydro Cell Kit draagt kennis over een wel heel spannend onderwerp over. Met de brandstofcel en de andere modules op zonne-energie kunnen in combinatie met de bouwdoos Profi Oeco Tech heel interessante nieuwe modellen worden gebouwd. Handige hulp daarbij is het didactische boekje in de bouwdoos Profi Oeco Tech. Zo blijft geen vraag onbeantwoord.

### Belangrijke aanwijzing voor het gebruik van de Hydro Cell Kit:

Bij de Hydro Cell Kit gaat het om een uitbreidingsset. Om de brandstofcel te kunnen gebruiken en de beschreven experimenten uit deze gebruiksaanwijzing te kunnen uitvoeren, heb je bovendien de bouwdoos Profi Oeco Tech (art.nr. 505284) nodig. Als alternatief kan de bouwdoos Profi Oeco Power (art.nr. 57485) worden gebruikt.

### Raadgevingen aan toezichthoudende volwassenen

- Deze experimenteerdoos is enkel voor kinderen ouder dan 10 jaar bestemd.
- De handleidingen dienen de volwassenen in staat te stellen, het experiment met het oog op de geschiktheid voor het betrokken kind in te schatten.

### Veiligheidsaanwijzingen

- Lees deze gebruiksaanwijzing voor aanvang van het experiment zorgvuldig door, volg de aanwijzingen op en houd de gebruiksaanwijzing binnen handbereik.
- Berg de experimentendoos buiten het bereik van kinderen op.
- Draden niet in het stopcontact steken.
- Waarschuwing: veiligheidsdiode tussen de aansluitingen van de brandstofcel niet verwijderen! Dit voorkomt nl. dat de brandstofcel bij kortsluiting tussen de plus-pool (rood) en min-pool (zwart) beschadigd raakt of leidingen te heet worden.
- De brandstofcel niet kortsluiten (gevaar voor een explosie)!
- Waarschuwing: de temperatuur van oppervlakken die kunnen worden aangeraakt, kan de toegestane grenswaarden overschrijden als gevolg van (schakel)fouten of ongeoorloofde veranderingen!
- De brandstofcel mag alleen met een gelijkspanning tot 2V worden gebruikt. In geen geval andere, bijv. 9V-voedingen van fischertechnik, aansluiten.
- De aansluitbussen van de brandstofcel mogen niet worden kortgesloten.

- Door een te hoge spanning of door kortsluiting kan de membraan van de brandstofcel beschadigd raken.
- Wek geen elektriciteit of waterstof op voor andere doeleinden dan die zoals aangegeven in de gebruiksaanwijzing.
- Wek of sla slechts zo veel waterstof op als in de voorraadcilinder van de brandstofcel past (ca. 15 ml).
- Vermijd het permanent opladen van de brandstofcel

### Reglementair gebruik

De brandstofcel van de Hydro Cell Kit mag uitsluitend voor het aandrijven van fischertechnik-modellen worden gebruikt

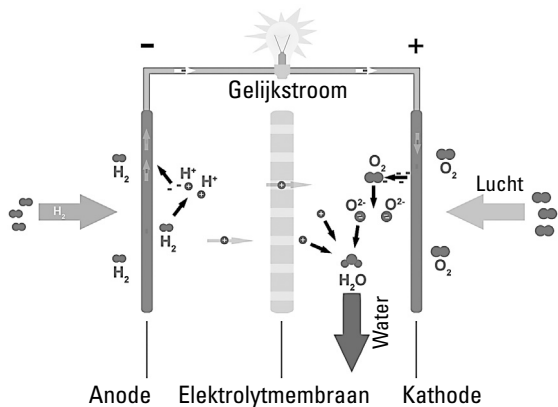
### Werkingsprincipe van de brandstofcel

■ Met een brandstofcel wordt de chemische energie van een brandstof (bijv. waterstof) omgezet in elektrische stroom. Een brandstofcel is dus geen energiereservoir, maar een energieomvormer. Brandstofcellen worden bijvoorbeeld voor het aandrijven van voertuigen en voor warmte en stroom in huizen gebruikt.

Een brandstofcel bestaat uit twee elektroden (anode en kathode), die door een elektrolytmembraan van elkaar gescheiden zijn.

De elektroden zijn meestal van metaal of van koolstof. Ze zijn voorzien van een katalysatorlaag, zoals bijvoorbeeld platina of palladium.

In de brandstofcel reageren waterstof en zuurstof met elkaar tot water. Door deze reactie ontstaat een elektrische spanning tussen de beide elektroden waarmee dan bijvoorbeeld een elektromotor kan worden aangedreven.



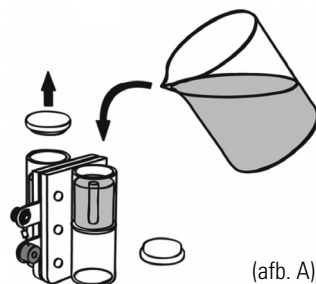
■ Bij de in de Hydro Cell Kit opgenomen brandstofcel gaat het om een zogeheten reversible (omkeerbare) brandstofcel. Dat wil zeggen dat de brandstofcel over de volgende twee functies beschikt:

- enerzijds kan de reversible brandstofcel als een elektrolytische cel worden gebruikt om waterstof en zuurstof uit het gedestilleerde water te genereren. Dit proces noemt men elektrolyse. De waterstof en zuurstof worden opgeslagen in voorraadcilinders.
- Anderzijds kan met de reversible brandstofcel door een reactie van de opgeslagen waterstof met de opgeslagen zuurstof een elektrische energie worden gegenereerd.

## Werking van de brandstofcel

Beschrijving van de brandstofcel (zie afb. 1 op pagina 3).

- 1 Overloopkamer waterstofzijde
- 2 Waterstof-voorraadcilinder
- 3 Stop aan waterstofzijde
- 4 Zuurstof-voorraadcilinder (niet zichtbaar op de afb.)
- 5 Negatieve bus (zwart)
- 6 Veiligheidsdiode
- 7 Positieve bus (rood)
- 8 Overloopkamer zuurstofzijde



### Brandstofcel met gedestilleerd water vullen

Daarvoor zet je de brandstofcel met de stop naar boven op een plat bordje.

Daarna haal je de beide stoppen eraf. Vul de beide voorraadcilinders tot aan de bovenste rand van de kleine buisjes (deze zitten binnenin de cilinder) met gedestilleerd water. (Zie afb. A)



### Doe voorzichtig in verband met mogelijke schade:

Leidingwater of andere vloeistoffen brengen permanente schade aan de membraan van de brandstofcel toe.

Om ervoor te zorgen dat het water beter om de membraan en de stroomafnemende metalen platen kan stromen, tik je de brandstofcel zachtjes op de tafel.

Vul dan nog een beetje water bij, slechts zo veel tot het door de kleine buisjes loopt. Nu kun je de voorraadcilinders weer afsluiten met de stoppen. Let er daarbij op, dat geen lucht in de voorraadcilinder wordt ingesloten. Een kleine luchtbel veroorzaakt geen problemen en is te verwaarlozen.

Als de brandstofcel al langere tijd niet meer werd gebruikt, wacht dan ca. 10 minuten, zodat de membraan voldoende doordrenkt wordt. Tot slot wordt de brandstofcel weer omgedraaid.

## Waterstof en zuurstof genereren (elektrolyse)

De brandstofcel mag alleen met een gelijkspanning tussen 1,4 en 2 volt worden gebruikt.



### Doe voorzichtig in verband met mogelijke materiaalschade:

Door een te hoge spanning kan de membraan van de brandstofcel beschadigd raken.

De brandstofcel mag in geen geval op een 9V-voeding van fischertechnik worden aangesloten.

De in de Hydro Cell Kit opgenomen zonne-energiemodule bestaat uit twee zonnecellen die in serie zijn geschakeld. De zonne-energiemodule levert zonder belasting een maximale spanning van 1,2V (nullastspanning). Omdat deze spanning onvoldoende is voor de elektrolyse, heb je een tweede zonne-energiemodule uit de bouwdoos Profi Oeco Tech nodig.

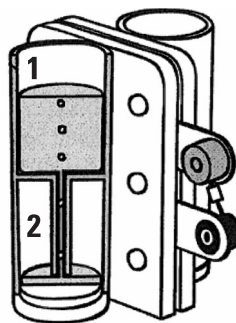
Schakel de beide zonne-energiemodules (art.nr. 136239) in serie en sluit ze aan op de brandstofcel (zie afb. 2 op pagina 3). De beide zonne-energiemodules leveren nu, afhankelijk van de lichtsterkte, een spanning van 1,4 – 1,8 volt.

**Tip:** ben je in het bezit van de bouwdoos „Profi Oeco Power“? Dan kun je de zonnecellen daarvan gebruiken en de zonne-energiemodule van de Hydro Cell Kit. Schakel ze in serie en sluit alles op de brandstofcel aan (1x zonne-energiemodule art.nr. 136239, 2x zonnecellen art.nr. 62567. Zie afb. 4 op pagina 101). Ook daarmee wordt een spanning van 1,4 – 1,8 volt bereikt.

Zodra de zonne-energiemodule c.q. zonnecellen door voldoende zonlicht of een geschikte lichtbron worden verlicht, begint het genereren van waterstof en zuurstof. De gasen worden in de desbetreffende voorraadcilinders opgeslagen. Het water wordt in de erboven liggende overloopkamers gedrukt.

De brandstofcel is helemaal „opgeladen“, als al het water uit de waterstof-voorraadcilinder (2) in de erboven liggende overloopkamer (1) is gedrukt. Dit proces duurt ca. 15 – 60 minuten, afhankelijk van de sterkte van het licht.

Je kunt de brandstofcel nu loskoppelen van de zonne-energiemodules. Het genereren van waterstof en zuurstof stopt dan.



**Tip:** wil je het optimale vermogen van de brandstofcel realiseren, spoel dan alle lucht uit de brandstofcel. Ga in dat geval door met het genereren van waterstof, tot ook het laatste water uit de zuurstof-voorraadcilinder in de erboven liggende overloopkamer is gedrukt.

### Experiment 1:

Meet bij het genereren van waterstof en zuurstof hoeveel waterstof er in een bepaalde tijd wordt gegenereerd. De gegenereerde hoeveelheid waterstof kun je op de schaalverdeling op de waterstof-voorraadcilinder aflezen. Controleer welke invloed de lichtsterkte heeft op de gegenereerde hoeveelheid.

Bij een hogere lichtsterkte wordt in dezelfde tijd meer waterstof gegenereerd. Wanneer de lichtsterkte te gering is, wordt geen waterstof gegenereerd.

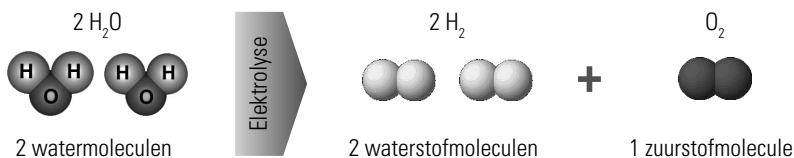
Wanneer je als lichtbron een gloeilamp met 100 W op een afstand van 30 cm tot de zonne-energiemodules gebruikt, duurt het ca. 15 min, tot de waterstofcilinder volledig met gas is gevuld.

### Experiment 2:

Let bij het genereren van waterstof en zuurstof op de hoeveelheid gas in de beide voorraadcilinders. Wat zie je?

Er wordt twee keer zo veel waterstof als zuurstof gemaakt. Waarom is dat zo?

Water ( $H_2O$ ) bestaat uit een verbinding van waterstof ( $H_2$ ) en zuurstof ( $O_2$ ). Deze verbindingen noemt men watermoleculen. Een watermolecule bestaat uit twee waterstofatomen en een zuurstofatoom. Als de watermolecule door elektrolyse wordt gescheiden ontstaan dus twee keer zo veel waterstofmoleculen als zuurstofmoleculen.





## Elektrische energie genereren

Zodra er waterstof en zuurstof in de voorraadcilinders zit, reageert dit met elkaar en bij de bussen ontstaat een elektrische spanning van 0,5 tot 0,9V. De brandstofcel levert een stroomsterkte van 500 mA en heeft een nominaal vermogen van 250 mW.

### Experiment:

Sluit de in de bouwdoos Profi Oeco Tech (alternatief: Profi Oeco Power) aanwezige motor (art.nr. 69205) op de bussen van de brandstofcel aan (zie afb. 3, op pagina 3).

Wat zie je?

De motor gaat draaien. Hij wordt aangedreven door de elektrische energie die door de brandstofcel werd gegenereerd.

## Brandstofcel buiten gebruik stellen/opslaan

De brandstofcel niet opbergen wanneer deze nog met water is gevuld.

Verwijder daarom na je experimenten de stoppen van de brandstofcel, giet al het water eruit en laat de brandstofcel goed drogen.

## Bescherming van het milieu:

De elektrische en elektronische onderdelen uit deze bouwdoos (bijv. motoren, lampen, sensoren) behoren niet bij het huisvuil. Aan het einde van hun levensduur moeten deze worden ingeleverd bij een verzamelplaats voor de recycling van elektrische en elektronische apparaten. Het symbool op het product, de verpakking of in de handleiding wijst daarop.

## Aansprakelijkheid

De aansprakelijkheid van fischertechnik GmbH voor schade, die wordt veroorzaakt doordat de bouwdoos niet volgens de voorschriften wordt gebruikt, is uitgesloten.

## Experimenten met Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech

In het begeleidend boekje van de bouwdoos Profi Oeco Tech vind je nog veel meer spannende experimenten, die je met de Hydro Cell Kit kunt doen.

De bijbehorende modellen worden in de bouwhandleiding van Profi Oeco Tech beschreven.

## Experimenten met Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power

Ook met de bouwdoos Profi Oeco Power kun je in combinatie met de Hydro Cell Kit heel veel experimenten uitvoeren.

Bouw voor het eerste experiment het model draaischommel op (Profi Oeco Power – bouwhandleiding P. 16). Je hoeft de zonnecellen echter niet in te bouwen.

### Experiment 1:

Vul de brandstofcel met gedestilleerd water, produceer zelf waterstof en zuurstof en sluit dan de motor op de bussen van de brandstofcel aan. Het model wordt nu door de brandstofcel aangedreven.

Ga eens kijken hoeveel waterstof tijdens de werking van het model in een bepaalde tijd wordt verbruikt. Het verbruik kun je op de schaalverdeling op de waterstofcilinder aflezen. Bereken, hoe lang het model op een tankvulling waterstof kan draaien.

Bouw voor het volgende experiment het model oliepomp op (Profi Oeco Power – bouwhandleiding P. 12). Je hoeft ook nu de zonnecellen nog niet in te bouwen. Sluit in plaats daarvan de motor en brandstofcel, zoals weergegeven in het schakelschema (zie afb. 5 op pagina 101), op de beide zonnecellen en de zonne-energiemodule aan.

### Experiment 2:

Vul de brandstofcel met gedestilleerd water en zet het model in het zonlicht of verlicht de zonnecellen en de zonne-energiemodule met een geschikte lichtbron (bijv. 100 W-gloeilamp op een afstand van 30 cm).

Wat kun je nu constateren?

De pomp gaat draaien en er wordt gelijktijdig waterstof en zuurstof in de brandstofcel aangemaakt.

De motor en de brandstofcel zijn parallel geschakeld. Daardoor worden beide door de zonnecellen en de zonne-energiemodule voorzien van elektrische energie. De energie is voldoende om de motor aan te drijven en gelijktijdig waterstof en zuurstof aan te maken.

### Experiment 3:

Wacht nu tot de waterstofcilinder ongeveer halfvol is en dek dan de zonnecellen en de zonne-energiemodule af of schakel de lichtbron uit.

Wat kun je nu constateren? Let ook op de waterstofcilinder.

Hoewel het model langzamer draait, blijft hij niet stilstaan en de brandstofcel verbruikt waterstof.

Wanneer de lichtsterkte afneemt wordt het model door de brandstofcel aangedreven. De pomp draait nu, dus ook na zonsondergang of wanneer de zon door een wolk wordt afgedekt, gewoon door.

Het model draait nu langzamer. Dat komt omdat de brandstofcel een lagere spanning levert dan de zonnecellen en de zonne-energiemodule. Een elektromotor draait langzamer wanneer deze met een lagere spanning wordt gevoed.

## Technische gegevens van brandstofcellen

### Algemeen

Bedrijfstemperatuur	10–40 °C
Opslagtemperatuur	5–40 °C
Capaciteit gasreservoir	2 × 15 ml

### Werking als elektrolytische cel

Bedrijfsspanning	1,4–2 V
Stroomsterkte	0–500 mA
Maximale waterstofproductie	3,5 ml/min

### Werking als brandstofcel

Bedrijfsspanning	0,5–0,9 V
Stroomsterkte	500 mA
Nom. vermogen	250 mW

## Verhelpen van storingen

Storing	Mogelijke oorzaak	Remedie
Ongewoon hoge spanning, als een last op de brandstofcel wordt aangesloten.	Laag aan het oppervlak van de katalysator	De laag aan het oppervlak van de katalysator, die de beginnende uitgangsspanning van de brandstofcel verhoogt, verdwijnt na een paar seconden
Er wordt geen of heel langzaam waterstof gemaakt.	Onjuiste verbinding tussen zonne-energiemodules en brandstofcel	Verbindingen controleren en evt. aanpassen
	Lichtsterkte te gering	Verhoging van de lichtsterkte
	Membraan van de brandstofcel is te droog	De met gedestilleerd water gevulde brandstofcel 30 minuten lang met de stoppen naar boven laten staan
Gering vermogen van de brandstofcel	Membraan van de brandstofcel is te nat	Water uit de brandstofcel gieten en de brandstofcel een dag lang open laten staan

**¡ADVERTENCIA!** Sólo apto para el uso por niños a partir de los 10 años de edad. Uso únicamente bajo una estricta supervisión por adultos que se hayan familiarizado con las medidas de precaución descritas en el kit de experimentación. Lee las instrucciones antes del uso, cúmplelas y mantenlas al alcance para cualquier consulta.

Están contenidas instrucciones para padres, que deben ser observadas. Conservar el embalaje y las instrucciones debido a que contienen información importante. Durante el experimento se genera hidrógeno. El hidrógeno puede junto con el oxígeno del aire formar una mezcla explosiva. Por esta razón antes de realizar el experimento se tienen que retirar todas las fuentes de ignición.

## CONTENIDO

<b>Hydro Cell Kit.....</b>	<b>P. 46</b>
Indicación importante para el empleo del Hydro Cell Kit .....	P. 46
<b>Reglas de seguridad .....</b>	<b>P. 46</b>
Uso conforme al empleo previsto.....	P. 46
<b>Principio de funcionamiento de la célula de combustible .....</b>	<b>P. 47</b>
<b>Servicio de la célula de combustible.....</b>	<b>P. 48</b>
Cargar la célula de combustible con agua destilada .....	P. 48
Generar hidrógeno y oxígeno (electrólisis).....	P. 49
Generar energía eléctrica .....	P. 51
Poner la célula de combustible fuera de servicio / almacenar.....	P. 51
<b>Indicaciones sobre la protección del medio ambiente .....</b>	<b>P. 51</b>
<b>Responsabilidad .....</b>	<b>P. 51</b>
<b>Ensayos con Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech.....</b>	<b>P. 52</b>
<b>Ensayos con Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power .....</b>	<b>P. 52</b>
<b>Datos técnicos de la célula de combustible.....</b>	<b>P. 54</b>
<b>Eliminación de anomalías .....</b>	<b>P. 54</b>
<b>Esquemas de circuitos para Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power.....</b>	<b>P. 101</b>

## Hydro Cell Kit

¿Como funciona una célula de combustible? ¿Como se puede generar hidrógeno con ella? El Hydro Cell Kit transmite conocimientos alrededor de este apasionante tema. Con la célula de combustible y el otro módulo solar, se pueden construir en combinación con el kit de construcción Oeco Tech, interesantes modelos adicionales. La ayuda la ofrece el didáctico cuaderno adjunto en el kit de construcción Profi Oeco Tech. De este modo no queda ninguna pregunta sin respuesta.

### Indicación importante para el empleo del Hydro Cell Kit:

En el caso del Hydro Cell Kit se trata de un kit de ampliación. Para operar la célula de combustible y reproducir los ensayos descritos de este manual de instrucciones, se necesita adicionalmente el kit de construcción Profi Oeco Tech (Art.nº 505284). Alternativamente se puede emplear asimismo el kit de construcción Profi Oeco Power (Art.nº 57485).

### Advertencias para adultos vigilantes

- Esta caja de experimentos está destinada para niños con más de 10 años de edad.
- Las instrucciones deben poner en condiciones a los adultos de valorar el experimento con respecto a su idoneidad para el respectivo niño.

### Reglas de seguridad

- Lee estas instrucciones antes de iniciar el ensayo, cúmplelas y mantenlas al alcance para cualquier consulta.
- Conserva el kit de experimentación fuera del alcance de niños pequeños.
- No introducir los alambres en la caja de enchufe.
- Advertencia: ¡no quitar el diodo de protección entre las conexiones de la célula de combustible! Este impide que en caso de un cortocircuito entre el polo positivo (rojo) y el polo negativo (negro) se destruya la célula de combustible o los conductores se caliente excesivamente.
- No poner la célula de combustible en cortocircuito (¡Peligro de explosión!)
- Advertencia: ¡debido a errores (de circuito) o modificaciones inadmisibles, los incrementos de temperatura en superficies de contacto puede superar los valores límite admisibles!
- La célula de combustible sólo puede ser operada con un tensión continua hasta 2V. Bajo ningún concepto conectar otros suministros de energía, p.ej. fischertechnik 9V.
- Las hembrillas de conexión de la célula de combustible no pueden ser puestas en cortocircuito.

- Debido a una tensión demasiado elevada o por un cortocircuito se puede destruir la célula de combustible.
- No generes electricidad o hidrógeno para otra finalidad que las indicadas en el manual de instrucciones.
- Genera o almacena sólo tanto hidrógeno como quepa en el cilindro acumulador de la célula de combustible (aprox. 15 ml)
- Evita una carga permanente de la célula de combustible

### Uso conforme al empleo previsto

La célula de combustible del Hydro Cell Kit puede ser empleada exclusivamente para el servicio de modelos fischertechnik.

### Principio de funcionamiento de la célula de combustible

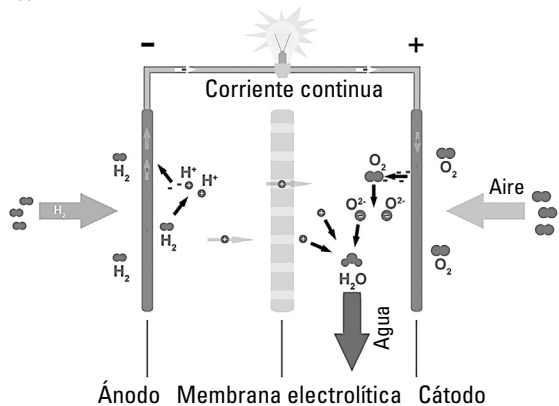
■ Con una célula de combustible se convierte la energía química de un combustible (p.ej. hidrógeno) en corriente eléctrica. Una célula de combustible no es entonces un acumulador de energía sino un convertidor de energía.

Las células de combustible se emplean por ejemplo para la tracción de vehículos y para el suministro de corriente y calor de casas.

Una célula de combustible está constituida de dos electrodos (ánodo y cátodo), los cuales están separados entre sí por una membrana electrolítica.

Los electrodos están constituidos en la mayoría de los casos de metal o carbono. Están revestidos con un catalizador, por ejemplo con platino o paladio.

En la célula de combustible reaccionan hidrógeno y oxígeno en agua. Debido a esta reacción se genera una tensión eléctrica entre ambos electrodos, con la que por ejemplo se puede accionar un motor eléctrico.



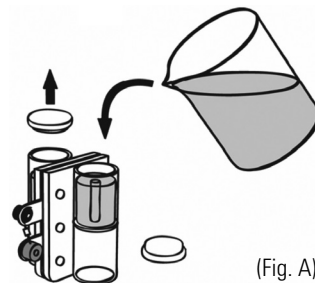
■ En la célula de combustible contenida en el Hydro Cell Kit se trata de una así llamada célula de combustible reversible. Esto significa, que la célula de combustible posee las siguientes funciones:

- Por una parte la célula de combustible reversible puede ser empleada como un así llamado electrolizador, para generar a partir de agua destilada, hidrógeno y oxígeno. Este procedimiento se lo conoce como electrólisis. El hidrógeno y el oxígeno se almacena en cilindros acumuladores.
- Por otra parte, con la célula de combustible reversible se puede generar energía eléctrica a través de la reacción del hidrógeno almacenado con el oxígeno almacenado.

## Servicio de la célula de combustible

Descripción sobre la célula de combustible (véase fig. 1 en página 3).

- 1 Cámara de desbordamiento Lado de hidrógeno
- 2 Cilindro acumulador de hidrógeno
- 3 Tapón Lado de hidrógeno
- 4 Cilindro acumulador de oxígeno (no visible en la figura)
- 5 Hembrilla negativa (negra)
- 6 Diodo de protección
- 7 Hembrilla positiva (roja)
- 8 Cámara de desbordamiento Lado de oxígeno



(Fig. A)

### Cargar la célula de combustible con agua destilada

Para ello colocas la célula de combustible con el tapón hacia arriba sobre un plato llano. A continuación extraes ambos tapones. Carga con agua destilada ambos cilindros de acumulación hasta el borde superior de los pequeños tubos (estos se encuentran en el interior del cilindro). (Véase fig. A).



#### Precaución, daño de material posible:

Agua de grifo u otros líquidos le confieren daños permanentes a las membranas de la célula de combustible.

Para que el agua pueda fluir mejor alrededor de la membrana y las placas de metal de extracción de corriente, golpea ligeramente la célula de combustible sobre la mesa.

Carga aún un poco más de agua, sólo tanto hasta que fluya a través de los pequeños tubos. Ahora puedes volver a cerrar nuevamente el cilindro acumulador con el tapón. Observa en este caso, que no quede nada de aire ocluido en el cilindro acumulador. Una pequeña burbuja de aire no causa problemas y puede ser desestimada.

En caso que la célula de combustible hace tiempo que no haya sido utilizada, aguarda unos 10 minutos, para que la membrana se impregne suficientemente. Finalmente la célula de combustible se vuelve a dar vuelta.



### Generar hidrógeno y oxígeno (electrólisis)

La célula de combustible debe ser alimentada con una tensión continua entre 1,4 y 2 Volt.



**Precaución, daño de material posible:**

Debido a una tensión demasiado elevada se puede destruir la membrana de la célula de combustible. Bajo ningún concepto, la célula de combustible puede ser conectada a un suministro de corriente fischertechnik de 9 V.

El módulo solar contenido en el Hydro Cell Kit está constituido de dos celdas solares, conectadas en serie. El módulo solar suministra sin carga una tensión máxima de 1,2 V (tensión en vacío). Debido a que esta tensión no es suficiente para la electrólisis, necesitas adicionalmente otro módulo solar del kit de construcción Profi Oeco Tech.

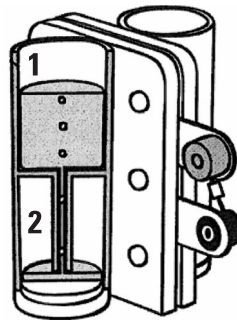
Conecta ambos módulos solares (Art.nº 136239) en serie y conéctalos a la célula de combustible (véase fig. 2 en página 3). Ambos módulos solares suministran ahora según la intensidad de luz, una tensión de 1,4 – 1,8 Volt.

**Sugerencia:** ¿Posees el kit de construcción "Profi Oeco Power"? Entonces puedes emplear estas celdas solares y el módulo solar de Hidro Cell Kit. Conéctalos en serie y conecta todo a la célula de combustible (1x módulo solar Art.nº 136239, 2x módulos solares Art.nº 62567. Véase fig. 4 en página 101). La tensión alcanza también con ello 1,4 – 1,8 Volt.

En el momento que los módulos solares o las celdas solares se iluminan con suficiente luz solar o una fuente apropiada de luz, comienza la generación de hidrógeno y oxígeno. Los gases se almacenan en los correspondientes cilindros de acumulación. El agua se presiona a las cámaras de desbordamiento ubicadas sobre ellos.

La célula de combustible estará completamente "cargada", cuando la totalidad de agua del cilindro acumulador de hidrógeno (2) se haya presionado a la cámara de desbordamiento (1) ubicada sobre él. Este procedimiento demora aprox. 15 – 60 minutos, según la intensidad de iluminación.

Ahora puedes desconectar la célula de combustible de los módulos solares. De este modo se detiene la generación de hidrógeno y oxígeno.



**Sugerencia:** Si quieres alcanzar una prestación óptima de la célula de combustible, barre la totalidad del aire de la misma. Para ello continúa con la generación de hidrógeno, hasta que también lo último de agua haya sido presionado del cilindro acumulador de oxígeno a la cámara de desbordamiento ubicada sobre él.

### Ensayo 1:

Al generar hidrógeno y oxígeno, mide cuando hidrógeno se genera en un determinado tiempo. El hidrógeno generado puedes leerlo de la escala en el cilindro acumulador de hidrógeno. Comprueba que influencia tiene la intensidad de luz sobre la cantidad generada.

Con una gran intensidad de luz se genera más hidrógeno en el mismo tiempo. Cuando la intensidad de luz es muy reducida, no se genera hidrógeno.

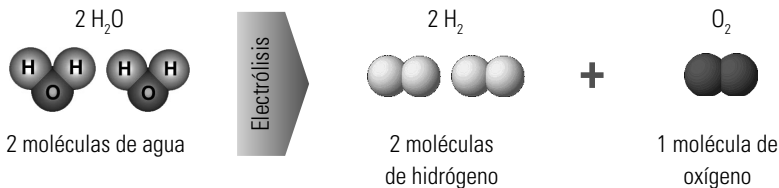
Si empleas como fuente de luz una bombilla incandescente con 100 W a una distancia de 30 cm a los módulos solares, tarda aproximadamente 15 minutos hasta que el cilindro acumulador de hidrógeno esté completamente lleno de gas.

### Ensayo 2:

Observa al generar hidrógeno y oxígeno las cantidades de gas de ambos cilindros acumuladores. ¿Que es lo que puedes observar?

Se genera el doble de hidrógeno que de oxígeno. ¿Por qué esto es así?

El agua ( $H_2O$ ) está constituida de una combinación de hidrógeno ( $H_2$ ) y oxígeno ( $O_2$ ). Estas combinaciones se les llama moléculas de agua. Una molécula de agua está constituida de dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. Cuando en la electrólisis la molécula se separa se generan el doble de moléculas de hidrógeno que moléculas de oxígeno.



## Generar energía eléctrica

En el momento que el hidrógeno y el oxígeno se encuentran en el cilindro acumulador, estos reaccionan entre sí y en las hembrillas se genera una tensión eléctrica de 0,5 a 0,9 V. La célula de combustible suministra una corriente de 500 mA y posee una potencia nominal de 250 mW.

### Ensayo:

Conecta el motor contenido en el kit de construcción Profi Oeco Tech (alternativamente: Profi Oeco Power) (Art.nº 69205) a las hembrillas de la célula de combustible (véase fig. 3, en página 3).

¿Qué es lo que observas?

El motor gira. Está siendo accionado a través de la energía eléctrica generada por la célula de combustible.

## Poner la célula de combustible fuera de servicio / almacenar

La célula de combustible no debe ser guardada llena de agua.

Por esta razón, tras tus ensayos, retira los tapones de la célula de combustible, vuelca el agua y deja que la célula de combustible se seque.

## Indicaciones sobre la protección del medio ambiente:

Los componentes eléctricos y electrónicos de este kit de montaje (p..ej. motores, lámparas, sensores) no deben ser arrojados a los residuos domésticos. Al final de su vida útil deben ser entregados en un punto de recolección para el reciclado de dispositivos eléctricos y electrónicos. El símbolo sobre el producto, el embalaje o las instrucciones hacen referencia a ello.

## Responsabilidad

Está descartada una responsabilidad por parte de fischertechnik GmbH por daños que resulten del hecho que el kit de construcción no ha sido utilizado conforme al empleo previsto.

## Ensayos con Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech

En el cuaderno adjunto al kit de construcción Profi Oeco Tech puedes encontrar muchos ensayos interesantes, que puedes realizar con tu Hydro Cell Kit. Los modelos que pertenecen a ello están descritos en las instrucciones de construcción de Profi Oeco Tech.

## Ensayos con Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power

También con el kit de construcción Profi Oeco Power puedes realizar otros ensayos conjuntamente con el Hydro Cell Kit.

Para el primer ensayo construye el modelo columpio giratorio (Profi Oeco Power – Instrucciones de construcción P.16). Sin embargo no tienes que montar las celdas solares.

### Ensayo 1:

Llena la célula de combustible con agua destilada, genera hidrógeno y oxígeno y conecta entonces el motor a las hembrillas de la célula de combustible. El modelo ahora se acciona a través de la célula de combustible.

Observa, cuanto hidrógeno se consume en el servicio del modelo en un determinado tiempo. El consumo puedes leerlo de la escala en el cilindro acumulador de hidrógeno. Calcula, cuanto tiempo estará en marcha tu modelo con una carga de depósito de hidrógeno.

Para el primer ensayo construye el modelo bomba de aceite (Profi Oeco Power – Instrucciones de construcción P.16). Sin embargo no tienes que montar las celdas solares. Conecta en lugar de ello el motor y la célula de combustible como se muestra en el esquema de circuitos (véase fig. 5 en página 101), a ambas celdas solares y al módulo solar.

### Ensayo 2:

Llena la célula de combustible con agua destilada y coloca el módulo bajo la luz solar o ilumina las celdas solares y el módulo solar con una fuente de luz apropiada (p.ej. bombilla incandescente de 100 W a una distancia de 30 cm).

¿Que es lo que puedes observar?

La bomba se mueve y se generan simultáneamente hidrógeno y oxígeno en la célula de combustible.

El motor y la célula de combustible están conectadas en paralelo. Por esta razón se alimentan con energía eléctrica ambas de las celdas solares y el módulo solar. La energía es suficiente para accionar el motor y simultáneamente generar hidrógeno y oxígeno.

**Ensayo 3:**

Aguarda ahora hasta que el cilindro acumulador de hidrógeno se haya llenado hasta la mitad y cubre entonces las celdas solares y el módulo solar o apaga la fuente de luz.

¿Que es lo que ahora puedes observar? Observa el cilindro de acumulación de hidrógeno.

El modelo si bien marcha más lento, pero no se detiene y la célula de combustible consume hidrógeno.

Cuando la intensidad de luz disminuye, el modelo es accionado por la célula de combustible. La bomba ahora también continua su marcha, o sea también tras ocultarse el sol o cuando el sol se cubre por una nube.

El modelo ahora marcha más lentamente. Esto se debe a que la célula de combustible suministra una tensión menor que las celdas solares y el módulo solar. Un motor eléctrico gira más lentamente, cuando se lo alimenta con una tensión inferior.

## Datos técnicos de la célula de combustible

### Generalidades

Temperatura de servicio	10–40 °C
Temperatura de almacenaje	5–40 °C
Capacidad de acumulación de gas	2 × 15 ml

### Servicio como electrolizador

Tensión de servicio	1,4–2 V
Tensión de servicio	0–500 mA
Tasa de producción máxima de hidrógeno	3,5 ml / min

### Servicio como célula de combustible

Tensión de servicio	0,5–0,9 V
Tensión de servicio	500 mA
Potencia nominal	250 mW

## Eliminación de anomalías

Anomalía	Posible causa	Eliminación de anomalías
Tensión anormalmente elevada cuando se conecta una carga a la célula de combustible	Capa en la superficie del catalizador	La capa en la superficie del catalizador, la cual eleva la tensión de salida inicial de la célula de combustible, desaparece tras pocos segundos
Ninguna generación de hidrógeno o muy lenta.	Conexión errónea entre módulos solares y célula de combustible.	Comprobar conexiones y en caso dado corregir
	Intensidad de luz insuficiente	Incrementar la intensidad de luz
Reducida potencia de la célula de combustible	La membrana de la célula de combustible está demasiado seca	Dejar con el tapón hacia arriba durante 30 minutos, la célula de combustible llena con agua destilada.
	La membrana de la célula de combustible está demasiado mojada	Volcar agua de la célula de combustible y dejar esta última abierta durante un día entero.

# ADVERTÊNCIA!

Somente para ser usado por crianças de mais de 10 anos. Uso somente sob o acompanhamento especial de adultos, que tenham se ocupado com as medidas de precaução descritas nas caixas dos experimentos. Ler as instruções antes do uso, segui-las e mantê-las à mão para consulta.

As instruções para os pais estão incluídas e devem ser observadas. Guardar a embalagem e o manual, pois eles contêm informações importantes. No experimento é gerado hidrogênio. O hidrogênio pode formar com o oxigênio do ar misturas explosivas. Por isso, remover cuidadosamente todas as fontes de ignição antes do experimento.

## ÍNDICE

<b>Hydro Cell Kit</b> .....	<b>p. 56</b>
Aviso importante para o uso do Hydro Cell Kit .....	p. 56
<b>Normas de segurança</b> .....	<b>p. 56</b>
Uso conforme o especificado .....	p. 66
<b>Princípio de funcionamento da célula a combustível</b> .....	<b>p. 57</b>
<b>Funcionamento da célula a combustível</b> .....	<b>p. 58</b>
Preencher a célula a combustível com água destilada.....	p. 58
Gerar hidrogênio e oxigênio (eletrólise).....	p. 59
Gerar energia elétrica.....	p. 61
Colocar a célula a combustível fora de funcionamento/guardar a célula .....	p. 61
<b>Avisos sobre proteção ambiental</b> .....	<b>p. 61</b>
<b>Responsabilidade</b> .....	<b>p. 61</b>
<b>Experimentos com Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech</b> .....	<b>p. 62</b>
<b>Experimentos com Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power</b> .....	<b>p. 62</b>
<b>Dados técnicos da célula de combustível</b> .....	<b>p. 64</b>
<b>Eliminação de falhas</b> .....	<b>p. 64</b>
<b>Figuras de circuitos relacionados com o Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power</b> .....	<b>p. 101</b>

## Hydro Cell Kit

Como funciona uma célula a combustível? Como é possível gerar hidrogênio? O Hydro Cell Kit transmite conhecimento sobre este assunto eletrizante. Com a célula a combustível e os outros módulos solares podem ser montados, em conexão com o módulo Profi Oeco Tech, modelos adicionais interessantes. Ajuda é oferecida pelo folheto didático no módulo Profi Oeco Tech. Assim, não fica em aberto nenhuma pergunta.

### **Aviso importante para o uso do Hydro Cell Kit:**

No caso do Hydro Cell Kit, trata-se de um conjunto suplementar. Para operar a célula a combustível e construir os experimentos descritos nestas Instruções de Operação, é necessário adicionalmente o módulo Profi Oeco Tech (art.no. 505284). Alternativamente, pode ser utilizado, também, o módulo Profi Oeco Power (art.no. 57485)

### **Advertências para adultos vigilantes**

- Esta caixa de experimentos está destinada para crianças com mais de 10 anos de idade.
- As instruções devem pôr em condições aos adultos de avaliar o experimento com respeito à sua idoneidade para a respectiva criança.

### **Normas de segurança**

- Ler este manual antes do início do experimento, observá-lo e mantê-lo à mão para consulta.
- Manter os módulos de experimentos fora do alcance de crianças pequenas.
- Não introduzir fios em tomadas.
- Advertência: Não remover os diodos de proteção entre as conexões da célula a combustível! Eles impedem que, no caso de curto-circuito entre o polo positivo (vermelho) e o polo negativo (preto), a célula a combustível seja destruída ou os condutores fiquem muito aquecidos.
- Não curto-circuitar a célula a combustível (risco de explosão)!
- Advertência: devido a erro de conexão ou modificações ilícitas, os aumentos de temperatura nas superfícies expostas de contacto podem ultrapassar os valores limite permitidos.
- A célula a combustível somente deve ser operada com uma tensão contínua de até 2V. De maneira nenhuma, conectar, p.ex., as alimentações de corrente elétrica fischertechnik de 9V.



- Os plugues de conexão da célula a combustível não devem ser curto-circuitadas.
- Devido a uma tensão muito alta ou devido a um curto-circuito, a membrana da célula a combustível pode ser destruída.
- Não gerar eletricidade ou hidrogênio para outros fins que não aqueles fornecidos nas Instruções de Operação.
- Somente gerar ou armazenar hidrogênio que couber no cilindro acumulador da célula a combustível (aprox. 15 ml).
- Evitar o carregamento contínuo da célula a combustível.

### Uso conforme o especificado

A célula a combustível do Hydro Cell Kit deve ser empregada exclusivamente para o funcionamento de modelos da fischertechnik.

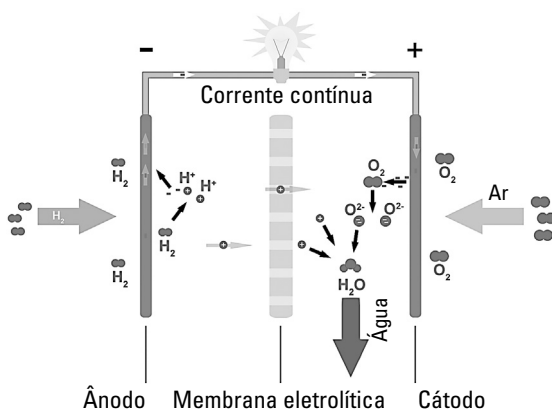
## Princípio de funcionamento da célula a combustível

■ Com a célula a combustível, a energia química de um material combustível (p.ex. hidrogênio) é transformada em corrente elétrica. Uma célula a combustível não é, assim, nenhum acumulador de energia, mas sim um transformador de energia. Células a combustível são utilizadas, por exemplo, para o acionamento de veículos e para a alimentação de calor e eletricidade de casas.

Uma célula a combustível é constituída de dois eletrodos (ânodo e cátodo), que são separados um do outro através de uma membrana eletrolítica.

Os eletrodos são constituídos, na maioria das vezes, de metal ou carvão. Eles são revestidos com um catalisador, por exemplo, com platina ou com paládio.

Dentro da célula a combustível, hidrogênio e oxigênio reagem para formar água. Através desta reação é originada uma tensão elétrica entre os dois eletrodos, com o qual pode ser acionado, por exemplo, um motor elétrico.



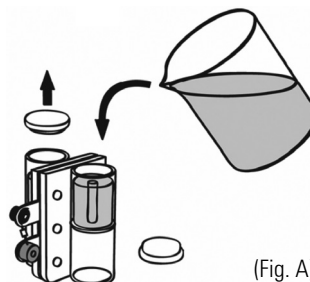
■ No caso da célula a combustível incluída no Hydro Cell Kit, trata-se de uma denominada célula a combustível reversível. Isto significa que a célula a combustível possui as seguintes duas funções:

- Por um lado, a célula a combustível reversível pode ser utilizada como um denominado aparelho de eletrólise, para gerar hidrogênio e oxigênio a partir de água destilada. Este processo é denominado eletrólise. O hidrogênio e o oxigênio são armazenados em cilindros acumuladores.
- Por outro lado, pode ser gerada energia elétrica com a célula a combustível reversível através da reação do hidrogênio acumulado com o oxigênio acumulado.

## Funcionamento da célula a combustível

Descrição sobre a célula a combustível (ver a fig.1 na página 3).

- 1 Câmara de extravasamento lado do hidrogênio
- 2 Cilindro acumulador de hidrogênio
- 3 Bujão lado do hidrogênio
- 4 Cilindro acumulador de oxigênio (na fig. não visível)
- 5 Plugue negativo (preto)
- 6 Díodo de proteção
- 7 Plugue positivo (vermelho)
- 8 Câmara de extravasamento lado do oxigênio



(Fig. A)

## Preencher a célula a combustível com água destilada

Para isso, colocar a célula a combustível com o bujão para cima sobre um prato plano. A seguir, remover ambos os bujões. Encher os dois cilindros acumuladores até a borda superior dos tubos pequenos (estes se encontram no interior dos cilindros) com água destilada. (Ver fig. A).



### Cuidado, danos materiais possíveis:

Água da torneira ou outros líquidos causam danos irreversíveis na membrana da célula a combustível.

Para que a água possa fluir melhor ao redor da membrana e das placas metálicas receptoras de corrente, bater levemente a célula a combustível sobre a mesa.

Adicionar ainda um pouco de água, somente o bastante até que ela flua através dos tubos pequenos. Agora, os cilindros acumuladores podem ser fechados com os bujões. Observar, nesta ocasião, para que nenhum ar fique ocluído nos cilindros acumuladores. Uma pequena bolha de ar não ocasiona nenhum problema e pode ser negligenciada.

Caso a célula a combustível não tenha sido usada a muito tempo, esperar aprox. 10 minutos para que a membrana seja embebida suficientemente. Por fim, a célula a combustível é desvirada novamente.

## Gerar hidrogênio e oxigênio (eletrólise)

A célula a combustível deve ser alimentada com uma tensão contínua entre 1,4 e 2 Volt.



### Cuidado, danos materiais possíveis:

Através de uma tensão muito elevada, a membrana de célula a combustível pode ser destruída. A célula a combustível não deve ser conectada, de maneira nenhuma, numa alimentação de corrente elétrica fischertechnik de 9V.

O módulo solar incluído no Hydro Cell Kit é constituído de duas células solares, que estão conectadas em série. O módulo solar fornece sem sobrecarga, no máximo, uma tensão de 1,2V (tensão em vazio). Como esta tensão não é suficiente para a eletrólise, irá necessitar um módulo solar adicional do Profi Oeco Tech.

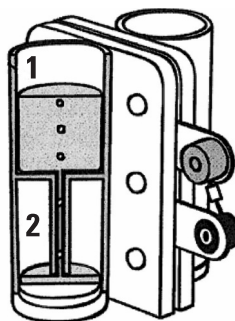
Conectar ambos os módulos solares (art.no. 136239) em série e conectá-los na célula a combustível (ver a fig. 2 na página 3). Os dois módulos solares fornecem agora, dependendo da intensidade luminosa, uma tensão de 1,4 – 1,8 Volt.

**Dica:** É possuidor de um módulo „Profi Oeco Power“? Poderá utilizar as suas células solares e o módulo solar do Hydro Cell Kit. Conectá-los em série e conectar tudo na célula a combustível (1x módulo solar, art.no. 136239, 2x células solares, art.no. 62567. Ver a fig. 4 na página 101). A tensão atinge também, com isso, de 1,4 – 1,8 Volt.

Logo que os módulos solares, respect., células solares sejam iluminadas com luz solar suficiente ou uma fonte de luz adequada, inicia a geração de hidrogênio e oxigênio. Os gases são armazenados nos cilindros acumuladores correspondentes. A água é comprimida para as câmaras de extravasamento opostas.

A célula a combustível é completamente „carregada“, quando toda a água tiver sido expulsa do cilindro acumulador de hidrogênio (2), indo para a câmara de extravasamento (1) oposta. Este processo dura aprox. 15 – 60 minutos, dependendo da intensidade da iluminação.

Agora, poderá separar a célula a combustível dos módulos solares. A geração de hidrogênio e oxigênio é, com isso, paralisada.



**Dica:** Se quiser atingir a potência óptima da célula a combustível, expulsar todo o ar da célula a combustível. Continuar, para isso, com a geração de hidrogênio, até que a última água tenha sido expulsa do cilindro acumulador de oxigênio para a câmara de extravasamento oposta.

### Experimento 1:

Mensurar, quando da geração de hidrogênio e oxigênio, quanto hidrogênio foi gerado num determinado período de tempo. Poderá ler a quantidade gerada de hidrogênio na escala do cilindro acumulador de hidrogênio. Observar qual a influência que a intensidade de luz possui sobre a quantidade gerada.

Quando de uma alta intensidade de luz é gerado mais hidrogênio no mesmo período de tempo. Quando a intensidade de luz é muito reduzida, não é gerado nenhum hidrogênio.

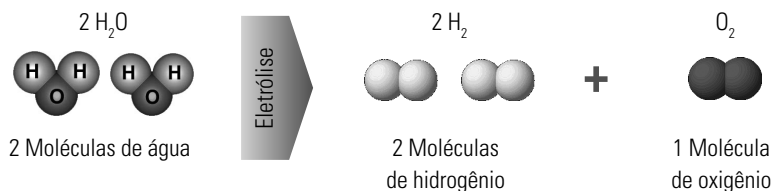
Quando utilizar como fonte de luz uma lâmpada incandescente de 100 W a uma distância de 30cm dos módulos solares, demora aprox. 15 min até que o cilindro acumulador de hidrogênio seja completamente preenchido de gás.

### Experimento 2:

Observar as quantidades de gás em ambos os cilindros acumuladores durante a geração de hidrogênio e oxigênio. O que pode observar?

É gerado duas vezes mais hidrogênio do que oxigênio. Por que isto é assim?

A água ( $H_2O$ ) é constituída de ligações de hidrogênio ( $H_2$ ) e oxigênio ( $O_2$ ). Estas ligações são denominadas moléculas de água. A molécula de água é constituída de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. Quando a molécula, na eletrólise, for separada, são formadas duas vezes mais moléculas de hidrogênio do que de oxigênio.



## Gerar energia elétrica

Logo que se encontraram nos cilindros acumuladores hidrogênio e oxigênio, estes dois reagem entre si e nos plugues é estabelecida uma tensão elétrica de 0,5 a 0,9 V. A célula a combustível fornece uma corrente de 500 mA e possui uma potência nominal de 250 mW.

### Experimento:

Conectar o motor (art.no. 69205) incluído no módulo Profi Oeco Tech (alternativa: Profi Oeco Power) nos plugues da célula a combustível (ver a fig. 3, na página 3).

O que observar?

O motor gira. Ele é acionado pela energia elétrica gerada pela célula a combustível.

## Colocar a célula a combustível fora de funcionamento/guardar a célula

A célula a combustível não deve ser guardada cheia de água.

Por isso, remover, após o experimento, os bujões da célula a combustível, verter a água e deixar a célula a combustível secar.

## Avisos para a proteção ambiental:

Os componentes elétricos e eletrônicos deste módulo (p.ex., motores, lâmpadas, sensores) não pertencem ao lixo doméstico. Eles devem no final da sua vida útil ser entregues a um ponto de coleta para a reciclagem de aparelhos elétricos e eletrônicos.

O símbolo sobre o produto, a embalagem ou o manual indicam sobre isso.

## Responsabilidade

Uma responsabilidade da fischertechnik GmbH por danos, que resultem de que os módulos não foram utilizados conforme o seu uso para o fim especificado, é excluída.

## Experimentos com Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech

No folheto par aos módulos Profi Oeco Tech poderá encontrar muitos outros experimentos interessantes, que poderá executar com o Hydro Cell Kit.

Os modelos a ele pertencentes são descritos no manual de montagem do Profi Oeco Tech.

## Experimentos com Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power

Também com os módulos Profi Oeco Power poderá executar outros experimentos juntamente como o Hydro Cell Kit.

Montar, para o primeiro experimento, o modelo balanço giratório (Profi Oeco Power – Manual de montagem p.16). Não necessitará montar, entretanto, as células solares.

### Experimento 1:

Preencher a célula a combustível com água destilada, gerar hidrogênio e oxigênio e conectar, a seguir, o motor nos plugues da célula a combustível. O modelo é, agora, acionado através da célula a combustível.

Observar quanto hidrogênio é consumido quando do funcionamento do modelo num determinado tempo. Poderá ler o consumo na escala do cilindro de acumulação de hidrogênio. Calcular quanto tempo o modelo se movimenta com uma carga de tanque de hidrogênio.

Montar, para os outros experimentos, o modelo bomba de óleo (Profi Oeco Power – Manual de montagem p.12). Não necessitará montar, entretanto, as células solares. Conectar, ao invés disso, o motor e da célula a combustível, como indicado no esquema de circuitos (ver a fig. 5 na página 101), nas duas células solares e o módulo solar.

### Experimento 2:

Preencher a célula a combustível com água destilada e colocar o modelo sob luz solar ou iluminar as células solares e o módulo solar com uma fonte de luz adequada (p.ex., lâmpada incandescente de 100 W a uma distância de 30 cm).

O que pode observar?

A bomba movimenta-se e, simultaneamente, é gerado hidrogênio e oxigênio na célula a combustível.

O motor e a célula a combustível estão conectados em paralelo. Com isso, ambos são alimentados pelas células solares e pelo módulo solar com energia elétrica. A energia é suficiente para acionar o motor e gerar, simultaneamente, hidrogênio e oxigênio.

### Experimento 3:

Agora esperar até que o cilindro acumulador de hidrogênio esteja cheio até a metade e cobrir as células solares e o módulo solar ou desligar a fonte de luz.

O que pode observar agora? Prestar atenção também ao cilindro de acumulação de hidrogênio.

O modelo movimenta-se mais lentamente, mas não permanece parado e a célula a combustível consome hidrogênio.

Quando a intensidade luminosa for reduzida, o modelo é acionado pela célula a combustível.

A bomba continua a ser movimentada, agora, também após o pôr-do-sol ou quando o sol tiver sido coberto por uma nuvem.

O modelo se movimenta, agora, mais lentamente. Isto é devido a que a célula a combustível fornece uma tensão mais baixa do que as células solares e o módulo solar. Um motor elétrico gira mais lentamente quando é alimentado por uma tensão menor.

## Dados técnicos da célula de combustível

### Generalidades

Temperatura de serviço	10–40 °C
Temperatura de armazenamento	5–40 °C
Capacidade do acumulador de gás	2 × 15 ml

### Operação como dispositivo de eletrólise

Tensão de serviço	1,4–2 V
Corrente de serviço	0–500 mA
Taxa máxima de produção de hidrogênio	3,5 ml / min

### Funcionamento como célula a combustível

Tensão de serviço	0,5–0,9 V
Corrente de serviço	500 mA
Potência nominal	250 mW

## Eliminação de falhas

Falha	Possíveis causas	Solução
Alta tensão incomum quando uma carga for conectada na célula a combustível.	Camada na superfície do catalisador.	A camada na superfície do catalisador, que aumenta a tensão de saída inicial da célula a combustível, desaparece depois de uns poucos segundos.
Nenhuma ou muito lenta geração de hidrogênio.	Ligação incorreta entre os módulos solares e a célula a combustível.	Verificar as ligações e, caso necessário, corrigir.
	Intensidade da luz muito reduzida.	Aumento da intensidade da luz.
Potência reduzida da célula a combustível.	A membrana da célula a combustível está muito seca.	Deixar a célula a combustível preenchida com água destilada com o bужão para cima por 30 minutos.
	A membrana da célula a combustível está muito molhada.	Verter a água da célula a combustível e deixar a célula aberta por um dia.



**AVVISO!** Da utilizzare solo da bambini superiori ai 10 anni. Impiego solo sotto il controllo attento di adulti che si siano familiarizzati con le precauzioni descritte nella cassetta di sperimentazione. Leggi le istruzioni prima dell'uso, rispettale e tienile a portata di mano per poterle consultare in caso di bisogno.

Le istruzioni per i genitori sono allegate e devono essere rispettate. Conservare l'imballo e le istruzioni poiché contengono informazioni importanti. Durante l'esperimento si sviluppa idrogeno. L'idrogeno insieme all'ossigeno dell'aria può produrre una miscela esplosiva. Si raccomanda quindi di allontanare tutte le fonti di accensione prima dell'esperimento.

## INDICE

<b>Hydro Cell Kit.....</b>	<b>pag. 66</b>
Avvertenza importante per l'uso di Hydro Cell Kit.....	pag. 66
<b>Regole di sicurezza.....</b>	<b>pag. 66</b>
Impiego appropriato.....	pag. 66
<b>Principio di funzionamento della cella di carburante.....</b>	<b>pag. 67</b>
<b>Impiego della cella di carburante.....</b>	<b>pag. 68</b>
Riempimento della cella di carburante con acqua distillata.....	pag. 68
Produzione di idrogeno e ossigeno (elettrolisi).....	pag. 69
Produzione di energia elettrica.....	pag. 71
Messa fuori servizio / stoccaggio della cella di carburante.....	pag. 71
<b>Indicazioni per la tutela ambientale.....</b>	<b>pag. 71</b>
<b>Responsabilità.....</b>	<b>pag. 71</b>
<b>Esperimenti con Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech.....</b>	<b>pag. 72</b>
<b>Esperimenti con Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power.....</b>	<b>pag. 72</b>
<b>Dati tecnici della cella di carburante.....</b>	<b>pag. 74</b>
<b>Eliminazione guasti.....</b>	<b>pag. 74</b>
<b>Schemi elettrici per Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power.....</b>	<b>pag. 101</b>

## Hydro Cell Kit

Come funziona una cella di carburante? Come si può generare idrogeno da essa? Il Hydro Cell Kit fornisce le conoscenze inerenti a questo interessante argomento. Con la cella di carburante e l'ulteriore modulo solare si possono costruire interessanti modelli supplementari in combinazione con la scatola di montaggio Profi Oeco Tech. Risulta utile il libretto didattico delle attività contenuto nel set di costruzione Profi Oeco Tech. In tal modo vengono chiarite tutte le domande che possono insorgere.

### Avvertenza importante per l'uso di Hydro Cell Kit

Hydro Cell Kit è un kit di espansione. Per far funzionare la cella di carburante e ricostruire gli esperimenti descritti nel presente manuale di istruzioni, occorre anche il set di costruzione Profi Oeco Tech (cod. prod. 505284). In alternativa si può usare anche il set di costruzione Profi Oeco Power (cod. prod. 57485).

### Consigli per gli adulti sorveglianti

- Questo cassone sperimentale è adatto solamente ai bambini maggiori di dieci anni.
- Le istruzioni debbano abilitare gli adulti a valutare l'esperimento in considerazione dell'idoneità al bambino attinente.

### Regole di sicurezza

- Leggi le presenti istruzioni prima di iniziare l'esperimento, rispettale e tienile a portata di mano per poterle consultare in caso di bisogno.
- Conserva la cassetta di sperimentazione lontano dalla portata dei bambini piccoli.
- Non introdurre i fili nella presa di corrente.
- **Avviso:** non togliere il diodo di protezione posto tra le connessioni della cella di carburante! Essi serve a impedire che, in caso di cortocircuito tra il terminale positivo (rosso) e il terminale negativo (nero), venga distrutta la cella di carburante o si surriscaldino i fili.
- Non cortocircuitare la cella di carburante (pericolo di esplosione)!
- **Avviso:** errori (di cablaggio) o modifiche non consentite possono fare aumentare oltre i limiti ammessi la temperatura delle superfici che si possono toccare!
- La cella di carburante deve essere alimentata solo con una tensione continua fino a 2V. Non eseguire assolutamente l'allacciamento ad altri alimentatori ad es. alimentatori fischertechnik da 9V.
- I connettori della cella di carburante non si devono cortocircuitare.

- Una tensione troppo elevata o un cortocircuito possono distruggere la membrana della cella di carburante.
- Non generare elettricità e idrogeno per scopi diversi da quelli descritti nel manuale di istruzioni.
- Genera o accumula solo la quantità di idrogeno che può contenere il cilindro di accumulo della cella di carburante (ca. 15 ml).
- Evita di caricare continuamente la cella di carburante.

### Impiego appropriato

La cella di carburante del Hydro Cell Kit deve essere impiegata esclusivamente per alimentare i modelli fischertechnik.

## Principio di funzionamento della cella di carburante

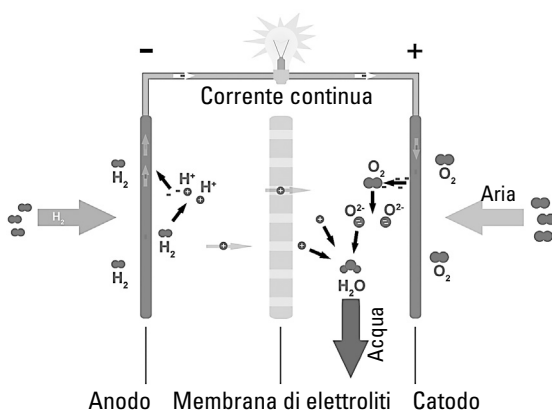
■ Con una cella di carburante, l'energia chimica del carburante (ad es. idrogeno) viene convertita in corrente elettrica. Una cella di carburante non è quindi un accumulatore di energia, ma un convertitore di energia.

Le celle di carburante vengono utilizzate ad esempio per l'azionamento di veicoli e per l'erogazione del calore e della corrente elettrica alle abitazioni.

Una cella di carburante è composta da due elettrodi (anodo e catodo), che sono separati l'uno dall'altro mediante una membrana di elettroliti.

Gli elettrodi sono spesso composti da metallo o carbonio. Sono inoltre rivestiti con un catalizzatore, ad esempio con platino o palladio.

Nella cella di carburante l'idrogeno e l'ossigeno reagiscono chimicamente e diventano acqua. Tramite questa reazione si crea una tensione elettrica tra i due elettrodi, con la quale si può, ad esempio, azionare un motore elettrico.



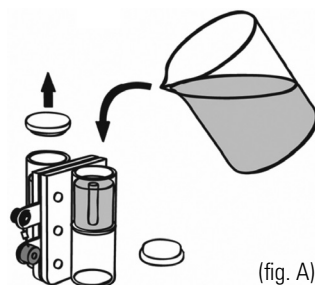
■ La cella di carburante contenuta nel Hydro Cell Kit è una cosiddetta cella di carburante reversibile. Vale a dire, la cella di carburante ha le due funzioni seguenti:

- Da una parte la cella di carburante reversibile può essere usata come un cosiddetto elettrolizzatore, in modo da produrre idrogeno e ossigeno dall'acqua distillata. Questo procedimento si chiama elettrolisi. L'idrogeno e l'ossigeno vengono raccolti nei cilindri di accumulo.
- Dall'altra parte, con la cella di carburante reversibile si può produrre energia elettrica tramite la reazione dell'idrogeno e dell'ossigeno raccolto.

## Impiego della cella di carburante

Descrizione della cella di carburante (ved. fig.1 a pagina 3).

- 1 Camera di troppo pieno della sezione idrogeno
- 2 Cilindro di accumulo idrogeno
- 3 Tappo sezione idrogeno
- 4 Cilindro di accumulo ossigeno (non visibile nella fig.)
- 5 Connettore f. negativo (nero)
- 6 Diodo di protezione
- 7 Connettore f. positivo (rosso)
- 8 Camera di troppo pieno della sezione ossigeno



(fig. A)

## Riempimento della cella di carburante con acqua distillata

A tale scopo si deve posizionare la cella di carburante su un piatto piano con il tappo verso l'alto.

In seguito si devono rimuovere i due tappi. Riempire con acqua distillata i due cilindri di accumulo fino al bordo superiore dei piccoli tubicini (che si trovano all'interno del cilindro). (Ved. fig. A)



### Attenzione! Possibili danni ai materiali:

L'acqua corrente o altri liquidi provocano danni permanenti alla membrana della cella di carburante.

Per consentire all'acqua di scorrere meglio attorno alla membrana e alle piastre di metallo di presa corrente, si deve battere leggermente la cella di carburante sul tavolo.

Aggiungere ancora un po' d'acqua, solo finché non passa attraverso i piccoli tubi. Adesso si può richiudere il cilindro di accumulo con il tappo. Accertarsi che non venga intrappolata dell'aria nel cilindro di accumulo. Una piccola bolla d'aria non causa problemi e può essere trascurata.

Se la cella di carburante non viene usata per molto tempo, attendere circa 10 minuti per far sì che la membrana venga imbevuta sufficientemente. Alla fine, la cella di carburante viene di nuovo girata.

## Produzione di idrogeno e ossigeno (elettrolisi)

La cella di carburante deve essere alimentata con una tensione continua compresa tra 1,4 e 2 volt.



### Attenzione! Possibili danni ai materiali:

una tensione eccessiva potrebbe danneggiare la membrana della cella di carburante. La cella di carburante non deve essere allacciata in nessun caso a un alimentatore fischertechnik da 9 V.

Il modulo solare compreso nel Hydro Cell Kit è composto da due pannelli solari che sono collegati in serie. Il modulo solare fornisce senza carico una tensione max. di 1,2 V (tensione a vuoto). Poiché questa tensione non è sufficiente per l'elettrolisi, occorre un ulteriore modulo solare contenuto nel set di costruzione Profi Oeco Tech.

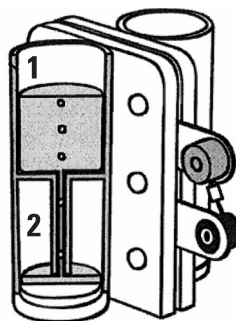
Collegare i due moduli solari (cod. prod. 136239) in serie e allacciarli alla cella di carburante (ved. fig. 2 a pagina 3). A questo punto i due moduli solari forniscono una tensione da 1,4 – 1,8 volt a seconda dell'intensità della luce.

**Suggerimento:** possiedi il set di costruzione „Profi Oeco Power“? Allora puoi utilizzare i relativi pannelli solari e il modulo solare del Hydro Cell Kit. Collegali in serie e allaccia il tutto alla cella di carburante (1 modulo solare cod. prod. 136239, 2 celle solari cod. prod. 62567, ved. fig. 4 a pagina 101). In tal modo la tensione raggiunge anche 1,4 – 1,8 volt.

Non appena i moduli solari o i pannelli solari vengono illuminati con sufficiente luce solare o con una fonte di luce adeguata, inizia la generazione di idrogeno e ossigeno. I gas vengono raccolti nei relativi cilindri di accumulo. L'acqua viene spinta verso le camere di troppo pieno che si trovano sopra i cilindri.

La cella di carburante è completamente „caricata“, quando l'intera quantità di acqua è stata spinta dal cilindro di accumulo dell'idrogeno (2) nella camera di troppo pieno (1) che si trova sopra. Questo procedimento dura all'incirca 15 – 60 minuti, a seconda dell'intensità dell'illuminazione.

Adesso si può separare la cella di carburante dai moduli solari. In tal modo si arresta la generazione di idrogeno e ossigeno.



**Suggerimento:** se di vogliono raggiungere le prestazioni ottimali della cella di carburante, bisogna scaricare tutta l'aria dalla cella di carburante. A tale scopo procedere con la generazione di idrogeno finché anche l'ultima particella di acqua non viene spinta dal cilindro di accumulo dell'ossigeno nella camera di troppo pieno che si trova sopra.

### Esperimento 1:

durante la generazione di idrogeno e ossigeno, misurare la quantità di idrogeno che viene generata in un determinato periodo di tempo. La quantità di idrogeno generata può essere letta sulla scala che si trova sul cilindro di accumulo dell'idrogeno. Osservare quali effetti ha l'intensità di luce sulla quantità generata.

Con un'elevata intensità di luce viene generato, nello stesso tempo, più idrogeno. Se l'intensità di luce è troppo bassa non viene generato alcun idrogeno.

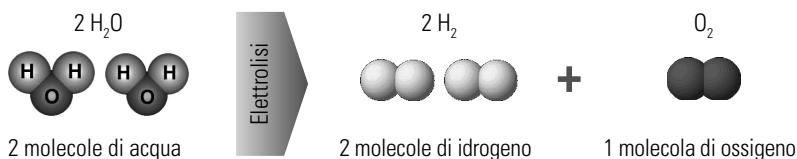
Se, come fonte di luce, si utilizza una lampadina da 100 W a una distanza di 30 cm dai moduli solari, devono trascorrere circa 15 minuti finché il cilindro di accumulo dell'idrogeno non si riempie completamente di gas.

### Esperimento 2:

Durante la generazione di idrogeno e ossigeno osservare le quantità di gas nei due cilindri di accumulo. Cosa si può osservare?

Viene generata la doppia quantità di idrogeno rispetto all'ossigeno. Perché è così?

L'acqua ( $H_2O$ ) è composta dalla combinazione tra idrogeno ( $H_2$ ) e ossigeno ( $O_2$ ). Queste unioni si chiamano molecole di acqua. Una molecola di acqua è composta da due atomi di idrogeno e un atomo di ossigeno. Se durante l'elettrolisi la molecola viene separata, si forma il doppio di molecole di idrogeno rispetto alle molecole di ossigeno.



## Produzione di energia elettrica

Non appena nei cilindri di accumulo si trovano l'idrogeno e l'ossigeno, questi reagiscono tra di loro e sui connettori si crea una tensione elettrica compresa tra 0,5 e 0,9V. La cella di carburante fornisce una corrente di 500 mA e ha una potenza nominale di 250 mW.

### Esperimento:

collegare il motore (cod. prod. 69205) contenuto nel set di costruzione Profi Oeco Tech (in alternativa: Profi Oeco Power) ai connettori della cella di carburante (ved. fig. 3, a pagina 3).

Cosa si può osservare?

Il motore gira. Viene alimentato mediante l'energia elettrica generata dalla cella di carburante.

## Messa fuori servizio / stoccaggio della cella di carburante

La cella di carburante non dovrebbe essere conservata piena di acqua.

Per questo motivo dopo l'esperimento si deve togliere il tappo dalla cella di carburante, scaricare l'acqua e asciugare la cella di carburante.

## Indicazioni per la tutela ambientale

I componenti elettrici ed elettronici di questa scatola di montaggio (ad es. motori, lampadine, sensori) non vanno smaltiti tra i rifiuti domestici. Alla fine della loro durata di utilizzo devono essere consegnati a un centro di raccolta adibito al riciclaggio di apparecchi elettrici ed elettronici. Ciò viene indicato dal simbolo che si trova sul prodotto, sull'imballo o sul manuale d'istruzioni.

## Responsabilità

Si esclude qualsiasi responsabilità della fischertechnik GmbH per danni risultanti da un impiego non appropriato del set di costruzione.

## Esperimenti con Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech

Nel libretto delle attività del set di costruzione Profi Oeco Tech sono contenuti altri emozionanti esperimenti che si possono eseguire con il Hydro Cell Kit.

I relativi modelli sono descritti nelle istruzioni di montaggio Profi Oeco Tech.

## Esperimenti con Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power

Si possono eseguire esperimenti anche con il set di costruzione Profi Oeco Power insieme al Hydro Cell Kit.

Costruire, come primo esperimento, il modello dell'altalena rotante (Profi Oeco Power – istruzioni di montaggio a pag. 16). Le celle solari, però, non si devono montare.

### Esperimento 1:

Riempire la cella di carburante con acqua distillata, generare l'idrogeno e l'ossigeno e collegare quindi il motore alla cella di carburante. A questo punto il modello viene alimentato dalla cella di carburante.

Osservare quanto idrogeno viene consumato in quanto tempo durante l'alimentazione del modello. Il consumo può essere letto sulla scala che si trova sul cilindro di accumulo dell'idrogeno. Calcolare per quanto tempo il modello può funzionare con un serbatoio pieno di idrogeno.

Costruire, per gli esperimenti successivi, il modello della pompa dell'olio (Profi Oeco Power – istruzioni di montaggio a pag. 12). Le celle solari, però, non si devono montare. Collegare invece il motore e la cella di carburante ai due pannelli solari e al modulo solare come indicato nello schema elettrico (vedi fig. 5 a pagina 101).

### Esperimento 2:

Riempire la cella di carburante con acqua distillata ed esporre il modello alla luce solare o illuminare i pannelli solari o il modulo solare con una fonte di luce adeguata (ad es. una lampadina da 100 W a una distanza di 30 cm).

Cosa si può osservare?



La pompa si muove e nella cella di carburante viene generato contemporaneamente l'idrogeno e l'ossigeno.

Il motore e la cella di carburante sono collegati in parallelo. Per questo motivo entrambi vengono alimentati con energia elettrica dai pannelli solari e dal modulo solare. L'energia è sufficiente per azionare il motore e generare contemporaneamente l'idrogeno e l'ossigeno.

### Esperimento 3:

A questo punto attendere finché il cilindro di accumulo dell'idrogeno non risulta all'incirca pieno a metà e coprire quindi i pannelli solari e il modulo solare o spegnere la fonte di luce.

A questo punto cosa si può osservare? Osservare anche il cilindro di accumulo dell'idrogeno.

Il modello funziona, tuttavia, più lentamente, ma non si ferma e la cella di carburante consuma idrogeno.

Se diminuisce l'intensità della luce, il modello viene alimentato dalla cella di carburante. La pompa continua quindi a funzionare dopo il tramonto o quando il sole è coperto da una nuvola.

Il modello funziona adesso più lentamente. Ciò accade perché la cella di carburante fornisce una tensione minore rispetto ai pannelli solari e al modulo solare. Un elettromotore gira più lentamente se viene alimentato con una tensione minore.

## Dati tecnici della cella di carburante

### Informazioni generali

Temperatura d'esercizio	10–40 °C
Temperatura di stoccaggio	5–40 °C
Capacità del serbatoio del gas	2 × 15 ml

### Funzionamento come elettrolizzatore

Tensione di esercizio	1,4–2 V
Corrente di esercizio	0–500 mA
Velocità max. di produzione idrogeno	3,5 ml / min

### Funzionamento come cella di carburante

Tensione di esercizio	0,5–0,9 V
Corrente di esercizio	500 mA
Potenza nominale	250 mW

## Eliminazione guasti

Anomalia	Possibile causa	Eliminazione dei guasti
Tensione insolitamente alta se alla cella di carburante viene collegato un carico	Strato sulla superficie del catalizzatore	Lo strato sulla superficie del catalizzatore, che aumenta la tensione di uscita iniziale della cella di carburante, scompare dopo alcuni secondi
Nessuna produzione di idrogeno o troppo lenta.	Collegamento errato tra i moduli solari e la cella di carburante	Controllare i collegamenti ed eventualmente correggerli
	Intensità di luce troppo bassa	Aumentare l'intensità della luce
Nessuna produzione di idrogeno o troppo lenta.	La membrana della cella di carburante è troppo asciutta	Lasciare la cella di carburante riempita con acqua distillata per 30 minuti con il tappo rivolto verso l'alto
	La membrana della cella di carburante è troppo bagnata	Scaricare l'acqua dalla cella di carburante e lasciarla aperta per un giorno intero

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Hydro Cell Kit</b> .....	<b>стр. 76</b>
Важные рекомендации по применению Hydro Cell Kit.....	стр. 76
<b>Правила безопасности</b> .....	<b>стр. 76</b>
Применение по назначению .....	стр. 76
<b>Принцип действия топливного элемента</b> .....	<b>стр. 77</b>
<b>Работа топливного элемента</b> .....	<b>стр. 78</b>
Заполнение топливного элемента дистиллированной водой .....	стр. 78
Производство водорода и кислорода (электролиз).....	стр. 79
Производство электрической энергии .....	стр. 81
Завершение работы / хранение топливного элемента .....	стр. 81
<b>Рекомендации по охране окружающей среды</b> .....	<b>стр. 81</b>
<b>Ответственность</b> .....	<b>стр. 81</b>
<b>Опыты с Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech</b> .....	<b>стр. 82</b>
<b>Опыты с Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power</b> .....	<b>стр. 82</b>
<b>Технические характеристики топливного элемента</b> .....	<b>стр. 84</b>
<b>Устранение неисправностей</b> .....	<b>стр. 84</b>
<b>Схемы электрических соединений Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power</b> .....	<b>стр. 101</b>

## Hydro Cell Kit

Как работает топливный элемент? Как он может вырабатывать водород? Hydro Cell Kit познакомит с этой интересной темой. Добавив топливный элемент и ещё один солнечный модуль из этого набора в набор Profi Oeco Tech, можно собрать дополнительные интересные модели. Помощь окажет дидактическая сопроводительная инструкция из набора Profi Oeco Tech. Таким образом не останется открытых вопросов.

### Важные рекомендации по применению Hydro Cell Kits

Hydro Cell Kit является дополнительным набором. Для работы топливного элемента и проведения опытов, приведённых в этой инструкции, ещё потребуется набор Profi Oeco Tech (арт. № 505284) Как вариант, можно также использовать набор Profi Oeco Power (арт. № 57485).

## Правила безопасности

- Топливный элемент может работать только с постоянным напряжением до 2 В. Категорически запрещается подключать другое напряжение, например, 9-вольтовые источники электропитания fischertechnik.
- Нельзя замыкать накоротко контактные втулки топливного элемента.
- Из-за высокого напряжения или короткого замыкания может произойти разрушение мембраны топливного элемента.
- Нельзя использовать топливный элемент для:
  - производства электричества и водорода для других целей, чем указаны в инструкции по эксплуатации.
  - производства и/или накопления большего количества водорода, чем вмещает накопительный цилиндр (около 15 мл).
  - длительного электролиза.
- Топливный элемент вырабатывает водород. Водород является легковоспламеняемым газом. Не держи элементы конструкции рядом с открытым огнём!

### Применение по назначению

Топливный элемент из Hydro Cell Kit должен применяться только для привода моделей fischertechnik.

## Принцип действия топливного элемента

■ В топливном элементе химическая энергия топлива (например, водорода) преобразуется в электрический ток. То есть топливный элемент является не накопителем, а преобразователем энергии.

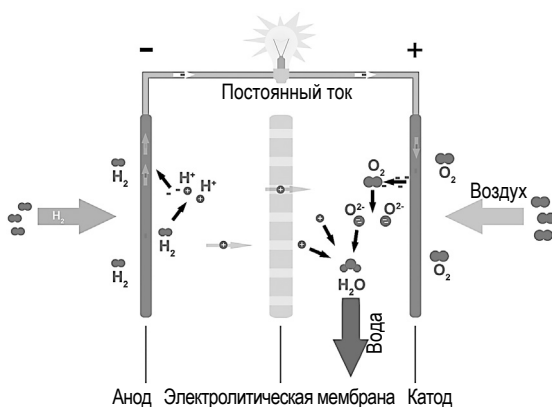
Топливные элементы могут использоваться, например, для привода автомобилей или для тепло- и электроснабжения зданий.

Топливный элемент состоит из двух электродов (анода и катода), разделённых между собой электрической мембраной.

Электроды обычно изготовлены из металла или углерода. Они покрыты катализатором - платиной или палладием.

В топливном элементе водород и кислород вступают в реакцию с водой.

В результате этой реакции между электродами образуется электрическое напряжение, от которого может, например, работать электродвигатель.



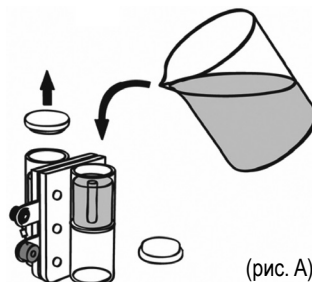
■ В набор Hydro Cell Kit входит так называемый обратимый топливный элемент.. Это значит, что он может выполнять следующие две функции:

- С одной стороны обратимый топливный элемент может использоваться как электролизёр для производства водорода и кислорода из дистиллированной воды. Этот процесс называется электролиз. Водород и кислород скапливаются в накопительных цилиндрах.
- С другой стороны обратимый топливный элемент может вырабатывать электроэнергию в результате реакции накопленного водорода с кислородом.

## Работа топливного элемента

Описание топливного элемента (см. рис. 1 на стр. 3).

- 1 Переливная камера на стороне водорода
- 2 Накопительный цилиндр водорода
- 3 Заглушка на стороне водорода
- 4 Накопительный цилиндр кислорода  
(на рисунке не виден)
- 5 Втулка отрицательного контакта (чёрная)
- 6 Защитный диод
- 7 Втулка положительного контакта (красная)
- 8 Переливная камера на стороне кислорода



(рис. А)

### Заполнение топливного элемента дистиллированной водой

Установи топливный элемент на плоскую тарелку заглушками вверх.

Вьнь обе заглушки. Заполни оба накопительных цилиндра дистиллированной водой до верхнего края маленьких трубок (они находятся внутри цилиндров).

(см. рис. А)



#### **Осторожно, возможно повреждение элемента:**

Водопроводная вода и другие жидкости причиняют мембране топливного элемента непоправимый вред.

Слегка постучи топливным элементом о стол, чтобы вода лучше обтекала мембрану и токосъёмные металлические пластины.

Долей ещё немного воды так, чтобы она только начала переливаться через маленькие трубки. Теперь можно закрыть накопительные цилиндры заглушками. Следи, чтобы в накопительном цилиндре не было воздуха. Небольшой воздушный пузырёк не представляет проблем, его можно не принимать в расчёт.

Если топливный элемент давно не использовался, то подожди примерно 10 минут, пока мембрана достаточно пропитается водой. Затем снова переверни топливный элемент.

**Производство водорода и кислорода (электролиз)**

Топливный элемент должен питаться постоянным напряжением в пределах от 1,4 до 2 Вольт.

**Осторожно, возможно повреждение элемента:**

Высокое напряжение может разрушить мембрану топливного элемента. Топливный элемент ни в коем случае нельзя подключать к 9-вольтовым источникам электропитания fischertechnik.

Солнечный модуль, входящий в набор Hydro Cell Kit, состоит из двух последовательно подключенных солнечных элементов. Солнечный модуль выдаёт без нагрузки максимальное напряжение 1,2 В (напряжение холостого хода). Этого напряжения недостаточно для электролиза, поэтому требуется ещё один солнечный модуль из набора Profi Oeco Tech.

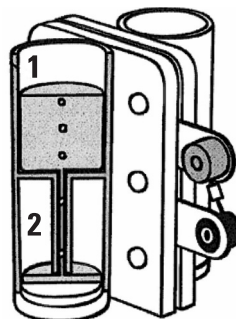
Нужно последовательно соединить оба модуля (арт. № 136239) и подключить к топливному элементу (см. рис. 2 на стр. 3). Оба модуля вырабатывают теперь напряжение 1,4 – 1,8 В в зависимости от освещённости.

**Совет:** У тебя есть набор "Profi Oeco Power"? Тогда ты можешь использовать его солнечные элементы и солнечный модуль из Hydro Cell Kit. Их нужно соединить последовательно и подключить к топливному элементу (один солнечный модуль арт. № 136239, два солнечных элемента арт. № 62567, см. рис. 4 на стр. 101). Таким образом также достигается напряжение 1,4 – 1,8 В.

Как только солнечные модули и солнечные элементы будут в достаточной мере освещены солнцем или другим источником света, то начнётся выработка водорода и кислорода. Газы будут скапливаться в накопительных цилиндрах. Вода будет вытесняться в переливные камеры, расположенные над цилиндрами.

Топливный элемент будет полностью "заряжен", когда вся вода из накопительного цилиндра водорода (2) будет вытеснена в находящуюся над ним переливную камеру (1). Этот процесс длится 15 – 60 минут в зависимости от освещённости.

Затем можно отсоединить топливный элемент от солнечных модулей. Таким образом производство водорода и кислорода будет прекращено.



**Совет:** Если хочешь достичь максимальной мощности, то удали весь воздух из топливного элемента. Для этого продолжай вырабатывать водород до тех пор, когда также и из накопительного цилиндра кислорода вся вода будет вытеснена в расположенную над ним переливную камеру.

#### Опыт 1:

При производстве водорода и кислорода определи, сколько водорода вырабатывается за определённый промежуток времени. Выработанное количество водорода можно узнать по шкале на накопительном цилиндре водорода. Понаблюдай, какое влияние оказывает освещённость на вырабатываемое количество водорода.

При большей освещённости производится больше водорода за одинаковый период времени. Если освещённость очень мала, то водород вообще не производится.

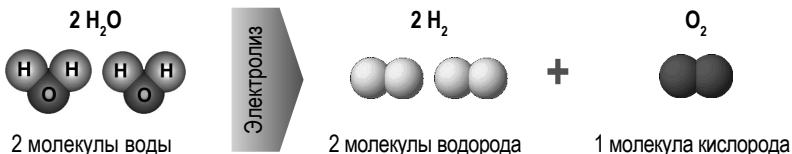
Если освещать солнечный модуль лампой накаливания 100 Вт с расстояния 30 см, то накопительный цилиндр водорода полностью заполнится газом в течение примерно 15 минут.

#### Опыт 2:

При производстве водорода и кислорода наблюдай за количеством газа в обоих накопительных цилиндрах. Что можно увидеть?

Водорода производится в два раза больше, чем кислорода. Почему?

Вода ( $H_2O$ ) представляет собой соединение водорода ( $H_2$ ) и кислорода ( $O_2$ ). Это соединение называется молекулой воды. Такая молекула состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Когда при электролизе молекулы разделяются, то образуется в два раза больше молекул водорода, чем кислорода.





### Производство электрической энергии

Когда в накопительных цилиндрах находится водород и кислород, то они начинают реагировать друг с другом, и на контактных втулках возникает напряжение 0,5 - 0,9 В. Топливный элемент вырабатывает ток 500 мА и имеет номинальную мощность 250 мВт.

#### Опыт:

Подключи электромотор (арт. № 69205) из набора Profi Oeco Tech (или Profi Oeco Power) к контактным втулкам топливного элемента (см. рис. 3 на стр. 3).

Что ты видишь?

Мотор вращается. Его приводит в действие электрическая энергия, производимая топливным элементом.

### Завершение работы / хранение топливного элемента

Нельзя хранить топливный элемент, заполненный водой.

После опытов вынь заглушки, слей воду и высуши топливный элемент.

### Рекомендации по охране окружающей среды

Электрические и электронные детали из этого набора (электромоторы, лампы, датчики и др.) не относятся к бытовому мусору. После окончания срока службы их нужно сдать для переработки в пункт приёма отработавших электрических и электронных приборов.

На это указывает знак на изделии, на упаковке или в инструкции.

### Ответственность

Исключается ответственность fischertechnik GmbH за повреждения, возникшие в результате применения набора не по назначению.

## Опыты с Hydro Cell Kit + Profi Oeco Tech

В сопроводительной инструкции к набору Profi Oeco Tech ты найдёшь много увлекательных опытов, которые можно выполнить с Hydro Cell Kit.

Необходимые для этого модели описаны в инструкции по сборке к Profi Oeco Tech.

## Опыты с Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power

Также с набором Profi Oeco Power и Hydro Cell Kit можно провести дополнительные опыты. Для первого опыта собери модель "Вертящиеся качели" (Profi Oeco Power – инструкция по сборке, стр.16). Но солнечные элементы устанавливать не нужно.

### Опыт 1:

Заполни топливный элемент дистиллированной водой, произведи водород и кислород и подключи мотор к контактным втулкам топливного элемента. Модель будет работать от топливного элемента.

Определи, сколько водорода и за какое время расходуется при работе модели. Расход водорода можно узнать по шкале на накопительном цилиндре водорода. Рассчитай, как долго будет работать модель на одной заправке топливного элемента водородом.

Для следующих опытов собери модель "Масляный насос" (Profi Oeco Power – инструкция по сборке, стр.12). Солнечные элементы также устанавливать не надо. Вместо них подключи мотор и топливный элемент, как показано на схеме (см. рис. 5 на стр. 101), к двум солнечным элементам и к солнечному модулю.

### Опыт 2:

Заполни топливный элемент дистиллированной водой и поставь модель на солнечный свет или освети солнечные элементы и солнечный модуль другим источником света (например, лампой накаливания на расстоянии 30 см).

Что ты видишь?

Насос работает и одновременно производится водород и кислород в топливном элементе. Мотор и топливный элемент подключены параллельно. Поэтому они оба получают электроэнергию от солнечных элементов и солнечного модуля. Этой энергии достаточно, чтобы вращать мотор и одновременно вырабатывать водород и кислород.

**Опыт 3:**

Подожди, когда накопительный цилиндр водорода заполнится примерно на половину, и затем накрой солнечные элементы и солнечный модуль или выключи источник света..

Что ты видишь? Обрати внимание на накопительный цилиндр водорода.

Модель работает медленнее, но не останавливается, и топливный элемент потребляет водород.

Когда освещённость снижается, то модель работает от топливного элемента. Таким образом, насос продолжает работать после захода солнца или когда солнце скрывается за облаками.

В этом случае модель работает медленнее. Причина в том, что топливный элемент вырабатывает электричество с меньшим напряжением, чем солнечные элементы и солнечный модуль. Электромотор вращается медленнее, когда к нему подаётся меньшее напряжение.

## Технические характеристики топливного элемента

### Общие характеристики

Рабочая температура	10–40 °С
Температура хранения	5–40 °С
Объём накопителей газа	2 × 15 мл

### Работа как электролизёра

Рабочее напряжение	1,4–2 В
Рабочий ток	0–500 мА
Максимальная производительность выработки водорода	3,5 мл / мин

### Работа как топливного элемента

Рабочее напряжение	0,5–0,9 В
Рабочий ток	500 мА
Номинальная мощность	250 мВт

## Устранение неисправностей

Неисправность	Возможная причина	Устранение неисправности
Необычно высокое напряжение, когда к топливному элементу подключена нагрузка	Налёт на поверхности катализатора	Налёт на поверхности катализатора, который повышает начальное выходное напряжение топливного элемента, исчезает через несколько секунд
Отсутствует или очень медленная выработка водорода	Неправильное соединение солнечных модулей и топливного элемента	Проверить соединения, исправить при необходимости
	Низкая освещённость	Увеличить освещённость
	Сухая мембрана топливного элемента	Поставить топливный элемент, заполненный дистиллированной водой, заглушками вверх и оставить на 30 минут.
Низкая мощность топливного элемента	Слишком мокрая мембрана топливного элемента	Слить воду из топливного элемента и оставить его открытым на один день

## 目录

Hydro Cell Kit.....	第 86 页
使用 Hydro Cell Kits 的重要注意事项.....	第 86 页
安全须知.....	第 86 页
用于预期用途.....	第 86 页
燃料电池的工作原理.....	第 87 页
燃料电池的运行.....	第 88 页
给燃料电池添加蒸馏水.....	第 88 页
产生氢气和氧气（电解）.....	第 89 页
产生电能.....	第 91 页
停用 / 存放燃料电池.....	第 91 页
有关环境保护的说明.....	第 91 页
赔偿责任.....	第 91 页
利用 Hydro Cell Kit 和 Profi Oeco Tech 进行的实验.....	第 92 页
利用 Hydro Cell Kit 和 Profi Oeco Power 进行的实验....	第 92 页
燃料电池的技术数据.....	第 94 页
故障排除.....	第 94 页
Hydro Cell Kit 和 Profi Oeco Power 的电路图.....	第 101 页

## Hydro Cell Kit

燃料电池是如何工作的？怎样用它产生氢气？Hydro Cell Kit 会介绍与这个引人入胜的话题相关的知识。利用该燃料电池和一块附加的太阳能模板，再加上标准构件 Profi Oeco Tech 还可以另外组成有趣的模型。标准构件 Profi Oeco Tech 的指导性说明书可提供帮助。相关的问题都可以从中找到答案。

### 使用 Hydro Cell Kits 的重要注意事项：

Hydro Cell Kit 只是一个扩展构件包。为使燃料电池运行并进行操作说明书中提及的实验，还另外需要标准构件 Profi Oeco Tech（商品号：505284）。同样也可以选择使用标准构件 Profi Oeco Power（商品号：57485）。

## 安全须知

- 该燃料电池只可以用 2V 以下的直流电压驱动。绝对不允许连接其它电源，如 9V 的慧鱼 (fischertechnik) 电源。
- 燃料电池的连接插口不允许短路。
- 
- 过高的电压或者短路会损坏燃料电池的质子交换膜。
- 
- 该燃料电池不适用于下列情况：
  - 为不同于操作说明书中提及的目的而发电和制造氢气。
  - 制造和 / 或存储超过燃料电池储罐容量的氢气（约 15ml）。
  - 持续电解。
  -
- 燃料电池可产生氢气。氢气为易燃气体。因而组件附近不得有明火！

### 用于预期用途

Hydro Cell Kit 的燃料电池仅可用于驱动慧鱼 (fischertechnik) 模型。

## 燃料电池的工作原理

■ 通过燃料电池将燃料（例如：氢气）的化学能转化成电流。因此，燃料电池不是储能器，而是能量转换器。

比如，燃料电池可用于驱动车辆及给住房供暖和供电。

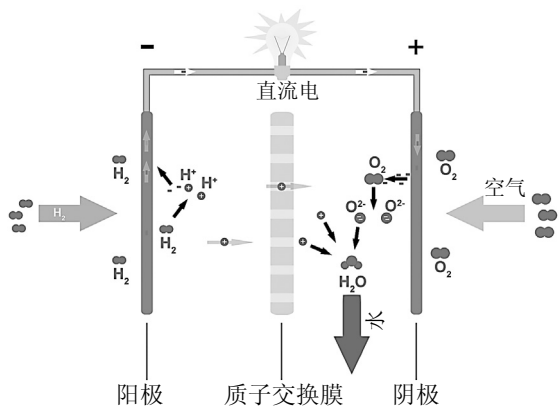
燃料电池由两个通过一层质子交换膜隔开的电极（阳极和阴极）组成。

这两个电极通常由金属或炭组成。它们镀有一层催化剂，如铂或者钯。

在燃料电池中，氢气和氧气反应生产水。通过该反应在这两个电极之间产生电压，该电压例如可用来驱动电机。

■ 在 Hydro Cell Kit 中包含的燃料电池是所谓的可逆式再生燃料电池。这意味着，该燃料电池具有如下两个功能：

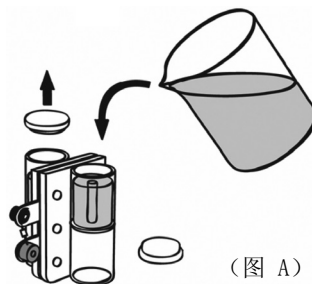
- 一方面，该可逆式再生燃料电池可用作所谓的电解池，以从蒸馏水中电解出氢气和氧气。该过程被称为电解。氢气和氧气被保存在储罐中。
- 另一方面，该可逆式再生燃料电池可通过存储的氢气和氧气的反应来产生电能。



## 燃料电池的运行

燃料电池的说明（见第 3 页图 1）。

- 1 氢气侧的溢流室
- 2 氢气储罐
- 3 氢气侧塞子
- 4 氧气储罐  
（图中未示出）
- 5 负极插口（黑色）
- 6 保护二极管
- 7 正极插口（红色）
- 8 氧气侧的溢流室



（图 A）

### 给燃料电池添加蒸馏水

将燃料电池塞子朝上放在一个平盘子上。

取下两个塞子。将蒸馏水加入两个储罐直至储罐内部小管的上缘。

（见图 A）



**小心！有可能损坏材料：**

自来水或者其它液体会使燃料电池的质子交换膜长期受损。

在桌子上轻轻地敲一敲燃料电池，可以使水在质子交换膜和导电金属板周围更好地流动。

再加一点水，直到水从小管流出为止。然后可用塞子重新密封储罐。注意，储罐中不应留有空气。小气泡不会带来麻烦，可以忽略不计。

如果燃料电池已长时间未加使用，则需等待 10 分钟左右，以使质子交换膜吸足水分。最后再将燃料电池重新翻过来。



## 产生氢气和氧气（电解）

给燃料电池供电必须用 1.4 到 2V 之间的直流电压。



### 小心！有可能损坏材料：

过高的电压会击穿燃料电池的质子交换膜。燃料电池绝对不允许接至 9V 的慧鱼（fischertechnik）电源。

Hydro Cell Kit 中的太阳能模板由两个串接的太阳能电池组成。该太阳能模板在无负载时提供 1.2V（空载电压）的最大电压。该电压还不足于进行电解，所以还另外需要一块标准构件 Profi Oeco Tech 中的太阳能模板。

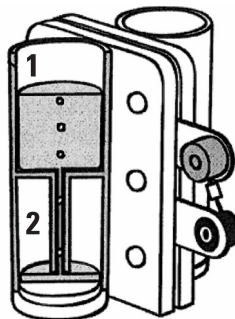
将这两块太阳能模板（商品号：136239）串接，并连接到燃料电池上（见第 3 页图 2）。视光线强度而定，这两块太阳能模板可提供 1.4 - 1.8V 的电压。

**提示：** 你有标准构件“Profi Oeco Power”吗？若有，则可利用它的太阳能电池和 Hydro Cell Kit 的太阳能模板。将它们串接并全部连到燃料电池上（1 块商品号为 136239 的太阳能模板，2 块商品号为 62567 的太阳能电池。见第 101 页图 4）。如此也可使电压达到 1.4 - 1.8V。

太阳能模板或者太阳能电池一旦得到足够的日光或者合适的光源照射，就开始产生氢气和氧气。气体随即被储存在相应的储罐中。水则被压入储罐上方的溢流室中。

如果氢气储罐（2）中的水已被全部压入其上方的溢流室（1）中，燃料电池则已“充满电”。该过程视光线强度而定，需时约 15 - 60 分钟。

此时，即可将燃料电池从太阳能模板上断开。氢气和氧气的产生便由此中止。



**提示：** 吹出燃料电池中所有的空气，能使燃料电池的性能达到最佳。为此，还要继续制造氢气，直到将最后一滴水从氧气储罐中压入上方的溢流室中。

#### 实验 1：

在制造氢气和氧气时，应测量在一定的时间内能产生多少氢气。所产氢气的量可从氢气储气罐的刻度上读取。注意观察光照强度对气体产量的影响。

若光照强，在相同的时间内则会产生更多的氢气。如果光照太弱，则不产生氢气。

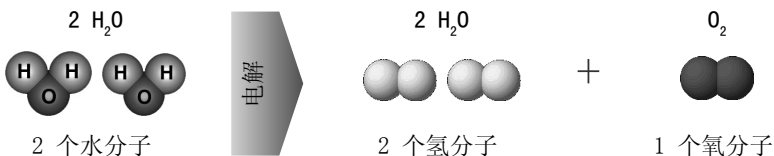
在距太阳能模板 30 cm 处使用 100 W 的白炽灯作为光源，到氢气储罐中完全充满气体需时约 15 分钟。

#### 实验 2：

在产生氢气和氧气时，注意观察两个储罐中的气体量。有什么发现？

所产生的氢气量是氧气的两倍。为什么呢？

水 ( $H_2O$ ) 是由氢气 ( $H_2$ ) 和氧气 ( $O_2$ ) 化合而成。该化合物被称为水分子。一个水分子由两个氢原子和一个氧原子组成。水分子在电解时被分开，则产生两倍于氧分子的氢分子。



## 产生电能

储罐中一旦有氢气和氧气存在，它们就会立即反应，并在插口上产生 0.5 - 0.9 V 的电压。燃料电池可输出 500 mA 的电流，其额定功率为 250 mW。

### 实验：

将标准构件 Profi Oeco Tech（或 Profi Oeco Power）中的电机（商品号：69205）连接到燃料电池的插口上（见第 3 页图 3）。

有什么发现？

电机在转动。它由燃料电池产生的电能驱动。

## 停用 / 存放燃料电池

燃料电池不应带水保存。

在完成实验后从燃料电池中取出塞子，把水倒出并凉干燃料电池。

## 有关环境保护的说明：

标准构件的电气及电子组件（例如：电机、灯泡、传感器）不属于家庭垃圾。在使用寿命结束后必须将它们交到回收电气和电子设备的收集点。对此在产品、包装或者说明书上均有符号标明。

## 赔偿责任

因未按预期用途使用标准构件而造成损失，慧鱼（fischertechnik）有限公司不承担任何责任。

## 利用 Hydro Cell Kit 和 Profi Oeco Tech 进行的实验

在标准构件 Profi Oeco Tech 随附的说明书中有大量引人入胜的其它实验，这些实验都可以利用 Hydro Cell Kit 进行。

相关的模型在 Profi Oeco Tech 的安装说明书有说明。

## 利用 Hydro Cell Kit 和 Profi Oeco Power 进行的实验

利用标准构件 Profi Oeco Power 和 Hydro Cell Kit 还可以进行更多的实验。为第一个实验搭建旋转式摇架模型（Profi Oeco Power - 安装说明书第 16 页）。太阳能电池不必装上。

### 实验 1:

给燃料电池添加蒸馏水，产生氢气和氧气，然后将电机连接在燃料电池的插口上。至此该模型由燃料电池驱动。

注意观察，驱动该模型，在多长时间内需消耗多少氢气。消耗的氢气体积可在氢气储罐的刻度上读取。计算，满满一罐氢气能让该模型运行多长时间。

为下一个实验搭建油泵模型（Profi Oeco Power - 安装说明书第 12 页）。太阳能电池不必装上。作为替代，将电机和燃料电池如电路图（见第 101 页图 5）所示连接到两个太阳能电池和太阳能模板上。

### 实验 2:

给燃料电池添加蒸馏水，并将该模型置于日光下，或者用合适的光源（例如：100W 的白炽灯以 30cm 的距离）照射太阳能电池和太阳能模板。

有什么发现？

泵在运转，并同时在燃料电池中产生氢气和氧气。

电机和燃料电池是并联在一起的。因此，两者都由太阳能电池和太阳能模板供给电能。该能量足以驱动电机，并同时生产氢气和氧气。

**实验 3:**

等待片刻，直到氢气储罐差不多装满一半，然后遮住太阳能电池和太阳能模板或者关掉光源。

有什么发现？也要注意观察氢气储罐。

虽然该模型运转得慢些，但它不会停止，而燃料电池正在消耗氢气。如果光照强度减弱，该模型则由燃料电池驱动。即使在日落后或者太阳被云遮住时泵还会继续运转。

该模型现在运转得更慢。因为燃料电池提供的电压比太阳能电池和太阳能模板低。为电机供应的电压越低，电机就转动得越慢。

## 燃料电池的技术数据

### 基本数据

工作温度	10 - 40 ° C
存放温度	5 - 40 ° C
储罐容积	2 × 15 ml

### 作为电解池运行

工作电压	1.4 - 2 V
工作电流	0 - 500 mA
氢气的最高生产率	3.5 ml / min

### 作为燃料电池运行

工作电压	0.5 - 0.9 V
工作电流	500 mA
额定功率	250 mW

## 故障排除

故障	可能的原因	排除故障
在燃料电池上接入负载时出现异常高的电压	催化剂上有表层出现	增高燃料电池初始输出电压的催化剂表层几秒后就会消失。
没有氢气产生或者氢气产生非常缓慢。	太阳能模板和燃料电池之间连接错误	检查连接，必要时加以纠正
	光照强度太弱	提高光照强度
	燃料电池的质子交换膜太干燥	将装满蒸馏水的燃料电池塞子朝上放置 30 分钟
燃料电池的功率太小	燃料电池的质子交换膜太湿	倒出燃料电池中的水，并将燃料电池敞开放置一天



Handwriting practice area consisting of multiple horizontal lines, each with a dotted midline for letter height guidance.









Handwriting practice area consisting of multiple horizontal lines, each with a solid top line, a dashed middle line, and a solid bottom line.







A series of horizontal dotted lines for writing, starting from the level of the cartoon character and extending down the page.





A series of horizontal dotted lines for writing, starting from the cartoon illustration and extending across the page.

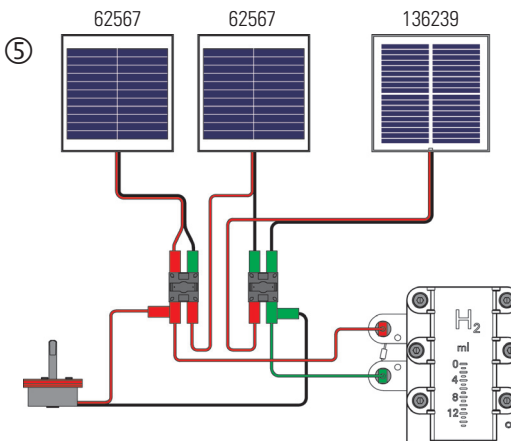
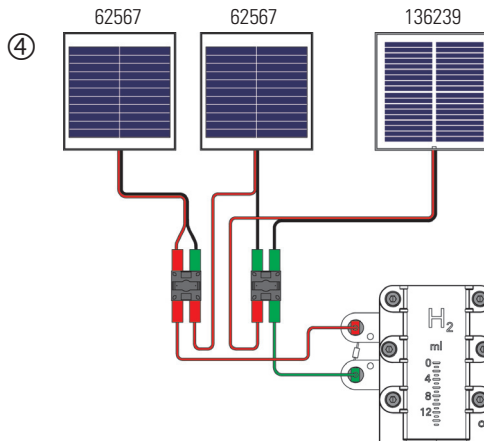


## Hydro Cell Kit + Profi Oeco Power

Montagetipps  
 Tips for assembly  
 Tuyaux pour le montage

Montagetipps  
 Consejos para el montaje  
 "Dicas" para montagem

Consigli per il montaggio  
 Советы и рекомендации по сборке  
 装配建议



137413-11/10 - Co. - Printed in Germany - Technische Änderungen vorbehalten - Subject to technical modification