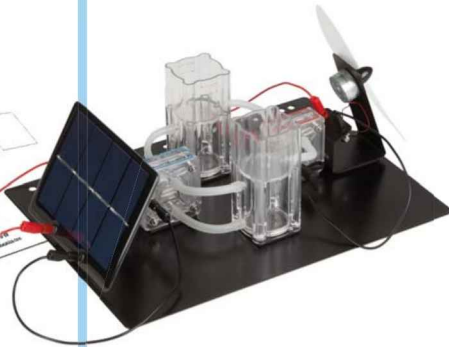
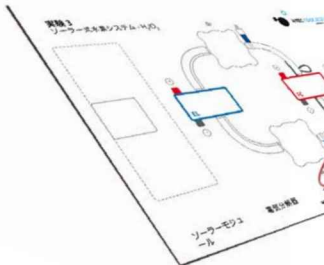


H-TEC EDUCATION
a GPIJOLE company

水素・燃料電池技術

組み立て説明および実験資料



T203 TUTORIAL Pro

目次

05	TUTORIALセット
05	この説明書について
05	安全上のご注意
06	内容
09	実験について
10	マグネット式壁付用ホルダーの使用

11	実験1 ソーラーエネルギー
15	実験2 ソーラーエネルギーによる水素製造と貯蔵
21	実験3 ソーラー式水素システム H ₂ /O ₂
27	実験4 ソーラー式水素システム H ₂ /空気
33	実験5 燃料電池自動車とソーラー式水素ステーション
39	実験6 分解可能な燃料電池

47	技術データ
48	トラブルシューティング
49	使用の中止
49	メンテナンス
49	運搬および保管
50	廃棄

TUTORIALセット

気候変動が予測される中、世界中ではエネルギー需要が上昇するとともに、石炭や石油、ガスといった資源が減少しており、新しいエネルギー源の開発は21世紀に掲げられた重要な課題となっています。ここでは、水素テクノロジーが重要な役割を果たします。燃料電池の使用によって、水素と酸素から直接電力を発生させることができます。唯一排出されるもの、それは水です。例えばソーラーセル等から獲得される電力を利用すれば、この水を再び水素と酸素に分解することによって必要となる水素を製造することができます。この原理は電気分解と呼ばれています。これら両方の方法は、太陽・水素循環を構成します。

簡単な実験によって太陽熱による水素循環の全ての段階をわかりやすく説明することができます。このシンプルな原理はどのような規模でも機能し、資源を守りながら環境負荷を軽減します。多くの専門家たちが、将来最も優れた展望を有する技術として燃料電池テクノロジーをあげている理由がここにあります。

この説明書では、同セットの構造、使用開始、機能方法について説明しています。さらに、授業の中で同装置を使用するにあたっての多数の実験例や提案もしています。

興味深い実験を通してエネルギー供給技術の未来を垣間見てください。

H-TEC EDUCATION GmbHチーム

この説明書について

本取扱説明書は、監督責任者向けです。

- ご使用になる前にこの取扱説明書をお読みになり、その内容に従ってください。
- 取扱説明書はいつでも読めるように、大切に保管してください。
- 安全上の注意のすべてに従ってください。
- 本製品は、監督責任者の指導の下でのみ使用開始および運転させてください。

安全上のご注意

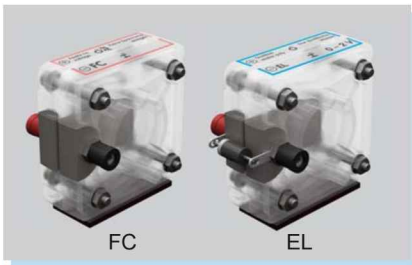
本機を使用する前に、別冊の一般的な安全に関する注意事項を必ずよくお読みになり、その指示に従ってください！

本製品の使用にあたっての安全上のご注意

本製品は、以下の条件下でのみ使用が許されます。

- 適切な使用方法に従うこと。
- 安全上の注意事項全てに従うこと。
- 安全技術上、支障のない状態であること。
- 本製品のコンポーネントには、電圧が印加される電気接触面が露出している場所があります。許容されているよりも大きな作動電圧をここに接続すると、火災、感電、コンポーネントの破損が発生する恐れがあります。

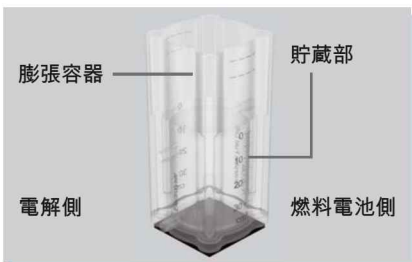
内容



1× 燃料電池 Fuel Cell H₂/O₂/Air、
搬送用チューブと栓付き
1× 電気分解器 Electrolyser Cell 5、
搬送用チューブ付き
1× 分解可能な燃料電池



PEMFC Kit 1× 工具セット
Tool Set
構成内容：
ボルトレンチ
六角棒キー
ピンセット



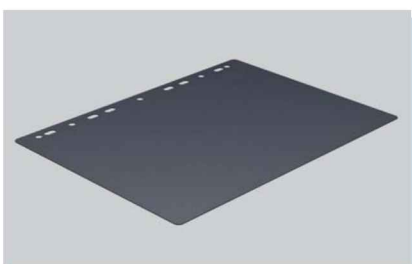
2× ガス貯蔵容器
Storage 30



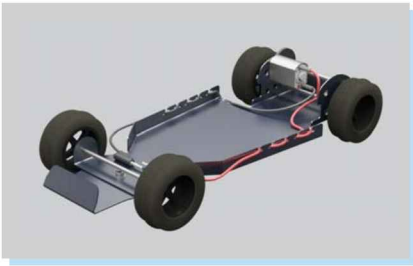
1× ソーラーモジュール
TUTORIAL Solar Module



1× ベンチレータ
TUTORIAL Fan



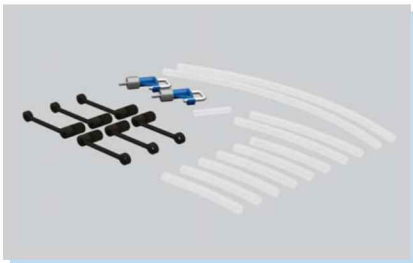
1× ベースプレート
Experimentation Plate Large



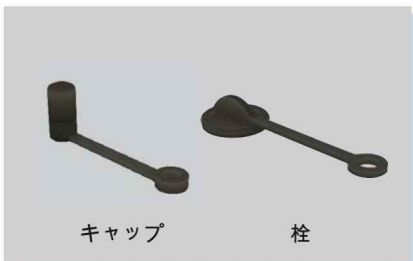
1× 自動車ベースプレート
Vehicle Plate



1× ケーブルセット、
Cable Set 構成内容:
2× 接続ケーブル、2 mm、長さ 25 cm、赤色
2× 接続ケーブル、2 mm、長さ 25 cm、黒色
1× 接続ケーブル、2 mm、長さ 50 cm、赤色
1× 接続ケーブル、2 mm、長さ 50 cm、黒色



1× チューブセット、Tube Set
構成内容：
6× チューブ、ショート (6 cm)
2× チューブ、ミドル (9 cm)
2× チューブ、ロング (20 cm)
2× チューブクランプ
1× 接続パイプ
6× キャップ



詳細図
ガスコネクタ用キャップ
空気侵入防止栓

キャップ

栓



1× 水ボトル 250 ml
Bottle 250 ml
蒸留水入り、
別途スパウト付き



実験について

一般的な警告事項と実験にあたっての注意は以下のとおりです。

一般的な警告事項

注意

電圧の印加による破損の危険

燃料電池またはソーラーモジュールに電圧を印加すると、コンポーネントが破壊され、修理ができなくなります。

このため、燃料電池やソーラーモジュールに電圧を印加しないでください。

ガス貯蔵容器の使用

ガス貯蔵容器の貯蔵部には1個のスケールが、また膨張容器には充填量のマーキングが2つ付いています。ガス貯蔵容器を燃料電池と一緒にご使用になる場合には、下にある方のマーキングを使用してください。上にある方のマーキングは純粋な電気分解モード時にのみご使用ください。

ガス貯蔵容器の充填時には、必ずそれぞれの組み立て説明書をよくお読みください。

ガス貯蔵容器を空にする際には、「使用の中止」の章をよくお読みください。

⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

水素が大気中へ逃げないようにしてください。実験後や解体前には、水素を完全に消費するようにしてください。

実験資料の使用

全ての部品にはマグネットが装備されています。実験資料をファイル内に含まれる金属製のベースプレート上に置くと、実験のための組み立てが安全に問題なく行えます。各コンポーネントは組み立て説明書に記述されている通りに、実験資料の記載箇所へそれぞれ置いてください。

H-TEC EDUCATION 燃料電池と電気分解器は、それぞれの機能に応じて色別表示されています。

青色：電気分解器

赤色：燃料電池



頻繁に使用する略語：

BZ: 燃料電池

EL: 電気分解器

PEM: Proton Exchange Membrane (プロトン交換膜)



実験 1

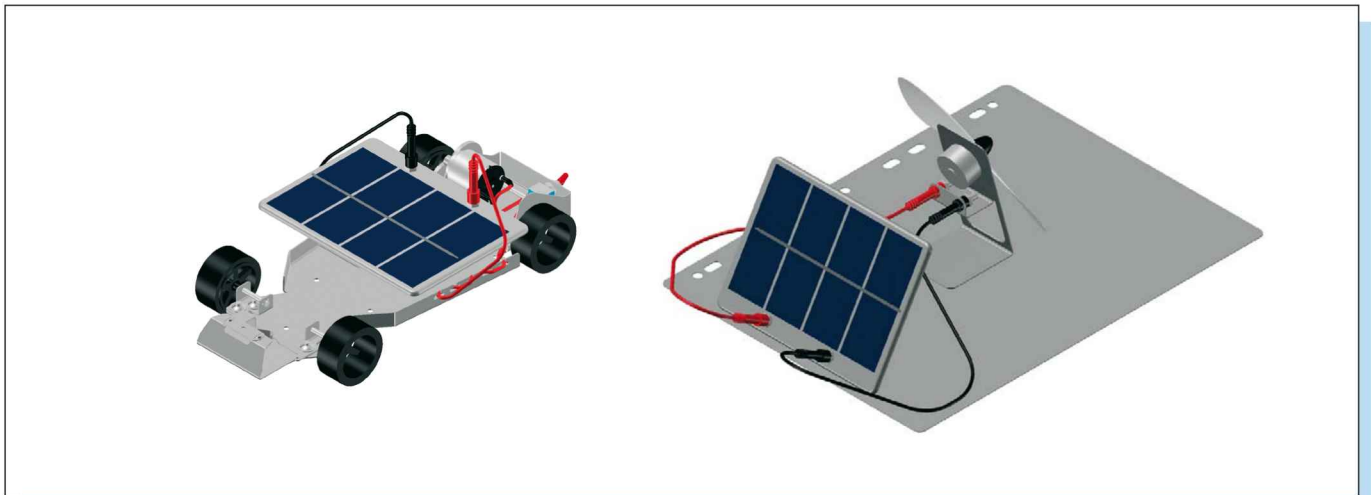
ソーラーエネルギー

概要

この実験の狙いは、ソーラーモジュールを使用して光エネルギーを電気エネルギーに変換することにあります。電力消費機器は電気エネルギーの消費をわかりやすくするためのものです。

組み立て時間: 約 1 分

実験時間: 約 1 分



装置と材料

この実験に必要なもの :

- 1× ソーラーモジュール
- 1× 適切な光源
- 1× ベンチレータ
- 2× 接続ケーブル 2 mm
- 1× ベースプレートまたは自動車ベースプレート
- 必要に応じて、2 mm から 4 mm への安全アダプター

構造 / 設置

1. ソーラーモジュールとベンチレータを図の通りにベースプレート上へ置くか(図 1)、ソーラーモジュールを自動車ベースプレート上へ置きます(図 2)。
2. 接続ケーブルを使用して、ソーラーモジュールをベンチレータ上の各コネクタまたは自動車ベースプレートのモーターケーブルと接続します。この際、正しい極の向き (赤 = 「+」、黒 = 「-」) に注意してください。

注意

高温表面における火傷の危険

運転中、ソーラーモジュールの表面は非常に高温となることが考えられます。

ソーラーモジュールの表面に触れると火傷する恐れがあります。

運転中、ソーラーモジュールの表面には触れないようにしてください。また分解する前には温度が 60 °C 以下になるまで待ってください。

注意

光源が近すぎることによる破損の危険

ソーラーモジュールが光源に近すぎると、これが熱くなりすぎて破壊され、修理ができなくなることがあります。

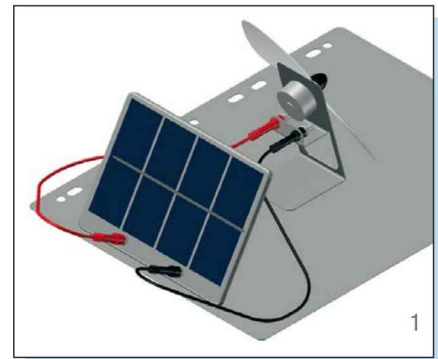
光源を使用してソーラーモジュールを運転する場合、メーカーが指定する最低間隔を守ってください。

注意

詳細情報

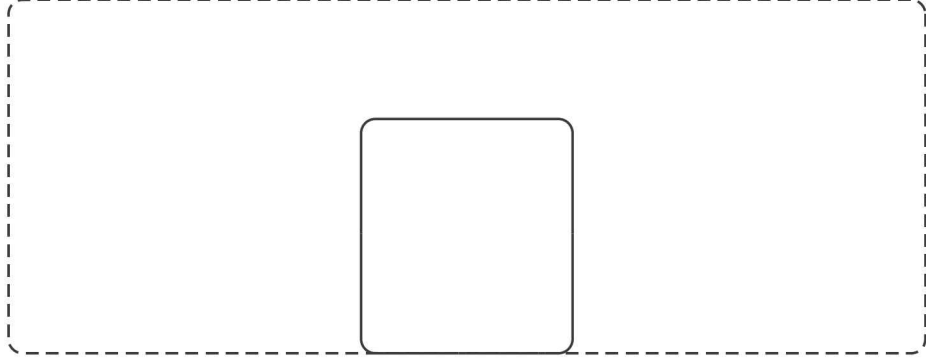
実験の実施およびトラブルシューティングに関する詳細情報は、「実験について」および「トラブルシューティング」の各章をご覧ください。

3. ソーラーモジュールの照明が充分になると、ベンチレータまたはモーターが作動し始めます。
4. 実験装置の解体は、「使用の中止」の章に従って行なってください。



実験 1

ソーラーエネルギー



実験 2

ソーラーエネルギーによる水素製造と貯蔵

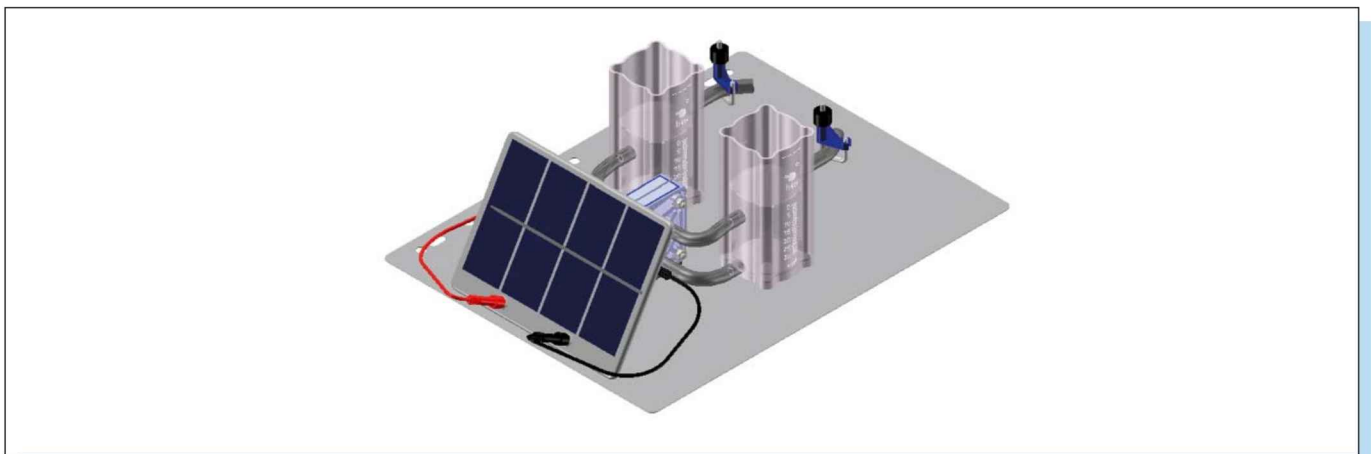
概要

実験の狙いは、獲得したエネルギーで電気分解器を作動させることにあります。

電気分解器では、水が水素と酸素のガスに分解し、それぞれのガス貯蔵容器に貯蔵されます。

組み立て時間: 約3分

実験時間: 約 5 ~ 15 分



装置と材料

この実験に必要なもの :

- 1× 電気分解器
- 2× ガス貯蔵容器
- 1× ソーラーモジュール
- 1× ベースプレート
- 1× チューブセット (4× ショートタイプ、2× ロングタイプ)
- 2× チューブクランプ
- 1× 蒸留水入り水ボトル
- 1× 適切な光源
- 2× 接続ケーブル 2 mm
- 必要に応じて、2 mm から 4 mm への安全アダプター

構造 / 設置

1. 2つのガス貯蔵容器と電気分解器を図に従ってベースプレート上に置いてください。

⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

チューブが破損していたり、接続部に漏れがあると、水素が漏れることがあります。チューブが正しく接続されていないと、引火性のある水素混合空気が発生する恐れがあります。水素や水素混合気が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

組み立ての前に必ずチューブや接続部分が破損していないかを確認してください。チューブの接続は、説明書に記載されている通りに正しく行ってください。

2. 電気分解器の上下にある接続部と、ガス貯蔵容器の電気分解器側の接続部を4本のショートタイプのチューブで接続してください。
3. 両方のガス貯蔵容器の燃料電池側にある接続部に、それぞれロングタイプのチューブを差し込み、チューブクランプで締めてください(図1)。
4. 両方のガス貯蔵容器に膨張容器の上のマーキングまで蒸留水を充填してください。
5. チューブクランプを開きます。空気がガス貯蔵容器と電気分解器から出てきます。ガス貯蔵容器内の水量が減らなくなったら、このプロセスは完了します(図2)。最後に、両方のチューブクランプを再び閉じます。
6. 接続ケーブルを使用して、ソーラーモジュールを電気分解器の各接続部と接続します(図3)。この際、正しい極の向き(赤 = 「+」、黒 = 「-」)に注意してください。

⚠ 注意

高温表面における火傷の危険

電気分解器の保護用ダイオードの極の向きを間違えると非常に高温になります。

電気分解器のダイオードに触れると火傷する恐れがあります。このため、使用を開始する前には、接続ケーブルと電気コネクタの正しい極の向き(赤 = 「+」、黒 = 「-」)に注意してください。

ダイオードに触れないでください。

ガスの製造

1. ソーラーモジュールの照明が充分になると、電気分解器は水素と酸素の比 2:1で製造を開始します(図4)。

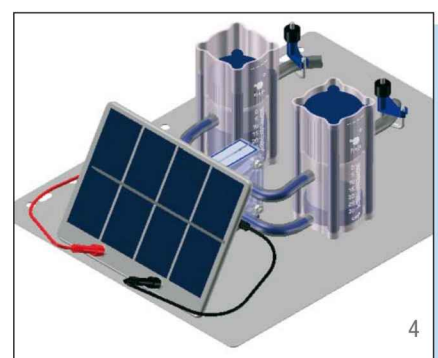
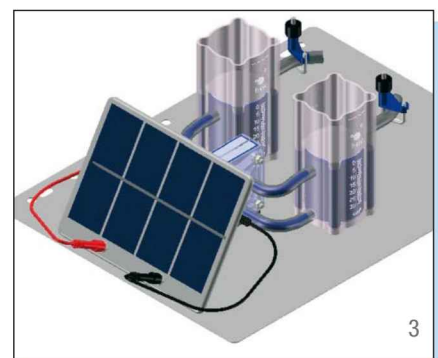
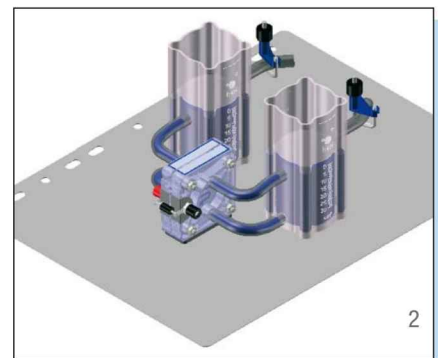
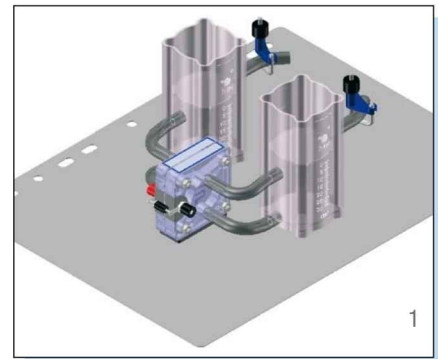
⚠ 注意

高温表面における火傷の危険

運転中、ソーラーモジュールの表面は非常に高温となることが考えられます。

ソーラーモジュールの表面に触れると火傷する恐れがあります。

運転中、ソーラーモジュールの表面には触れないようにしてください。また分解する際には温度が 60 °C以下になるまで待ってください。



注意**光源が近すぎることによる破損の危険**

ソーラーモジュールが光源に近すぎると、これが熱くなりすぎて破損し、修理ができなくなることがあります。

光源を使用してソーラーモジュールを運転する場合、メーカーが指定する最低間隔を守ってください。

2. ガス貯蔵容器が一杯になると、余分なガスが気泡として抜けていきます。水素製造を中止してください。

⚠ 注意**水素の引火による負傷の危険**

水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

水素が大気中へ逃げないようにしてください。水素製造を中止してください。

注意**詳細情報**

実験の実施およびトラブルシューティングに関する詳細情報は、「実験について」および「トラブルシューティング」の各章をご覧ください。

3. (モーター等の)電力消費機器が自然に停止するまで、燃料電池の作動を継続します。これによって、燃料電池内に少量の水が残り、PEMが湿った状態となります。さらに、これによって水素の無駄な放出が回避されます。

⚠ 注意**水素の引火による負傷の危険**

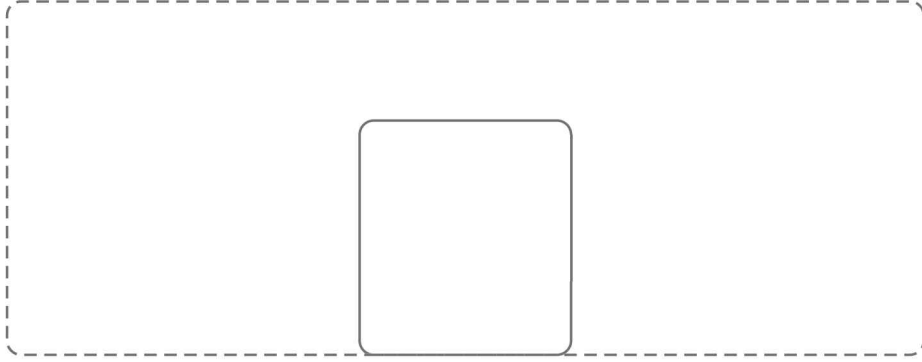
水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

水素が大気中へ逃げないようにしてください。実験後や解体前には、水素を完全に消費してしまうようにしてください。

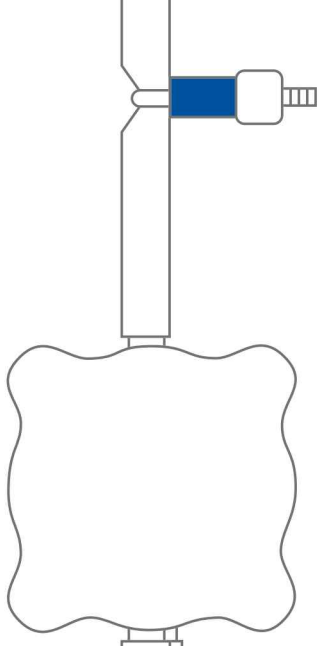
4. 実験装置の解体は、「使用の中止」の章に従って行なってください。

実験 2

ソーラーエネルギーによる水素製造と貯蔵



O₂

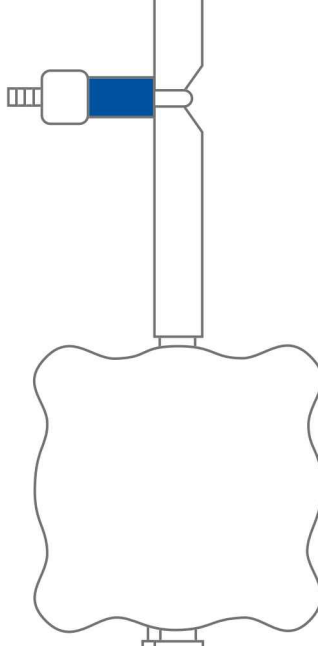


(+)



(-)

H₂



ソーラーモジュール

電気分解器

ガス貯蔵容器

www.h-tec-education.com

実験 3

ソーラー式水素システム - H₂/O₂

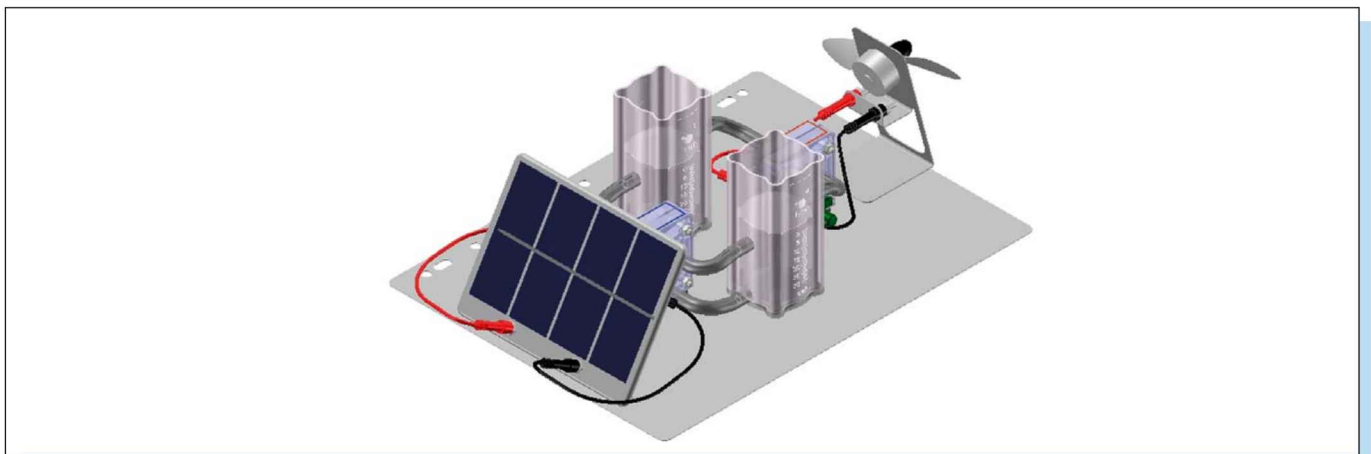
概要

実験の狙いは、貯蔵されたガスから電気エネルギーを発生させることにあります。

これらのガスは燃料電池へ供給されます。燃料電池が化学的エネルギーを電気と熱に変換します。電力消費機器は電気エネルギーの消費をわかりやすくするためのものです。

組み立て時間: 約 5 分

実験時間: 約 10 分



装置と材料

この実験に必要なもの:

- 1× 電気分解器
- 1× 燃料電池
- 2× ガス貯蔵容器
- 1× ソーラーモジュール
- 1× ベンチレータ
- 1× ベースプレート
- 1× チューブセット (6× ショートタイプ)
- 1× 栓
- 2× キャップ
- 1× 蒸留水入り水ボトル
- 1× 適切な光源
- 4× 接続ケーブル 2 mm
- 必要に応じて、2 mm から 4 mm への安全アダプター

組立 / 設置

1. 2つのガス貯蔵容器と電気分解器を図に従ってベースプレート上に置いてください。

⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

チューブが破損していたり、接続部に漏れがあると、水素が漏れることがあります。チューブが正しく接続されていないと、引火性のある水素混合空気が発生する恐れがあります。水素や水素混合気が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

組み立ての前に必ずチューブや接続部分が破損していないかを確認してください。チューブの接続は、説明書に記載されている通りに正しく行ってください。

2. 電気分解器の上下にある接続部と、ガス貯蔵容器の電気分解器側の接続部を4本のショートタイプのチューブで接続してください(図1)。
3. 燃料電池をベースプレート上に置いてください。2個のショートタイプのチューブを使用して、燃料電池にある上の接続部をガス貯蔵容器の燃料電池側の接続部と接続してください。燃料電池の栓をはめ込んでください。
4. 燃料電池にある下側の2つの接続部は、キャップでそれぞれ閉じておいてください(図2)。
5. 両方のガス貯蔵容器に膨張容器の下のマーキングまで蒸留水を充填してください。
6. 燃料電池の両側にあるキャップが開き、ガス貯蔵容器、電気分解器、燃料電池から空気が出ていきます。ガス貯蔵容器内の水量が減らなくなったら、このプロセスは完了します(図3)。その後、燃料電池にある下側の接続部をキャップで再び閉じてください。

注意

燃料電池内への水の浸入

水が燃料電池内に浸入しないように注意してください。電極表面に水の膜があると、燃料電池内での水素と酸素の反応を抑制することができます。この場合、燃料電池の性能が不十分になります。

7. 図に従って、接続ケーブルを使用し、ソーラーモジュールを電気分解器の各接続部と接続します(図4)。この際、正しい極の向き(赤 = 「+」、黒 = 「-」)に注意してください。

⚠ 注意

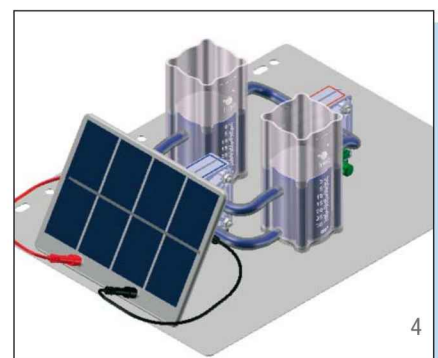
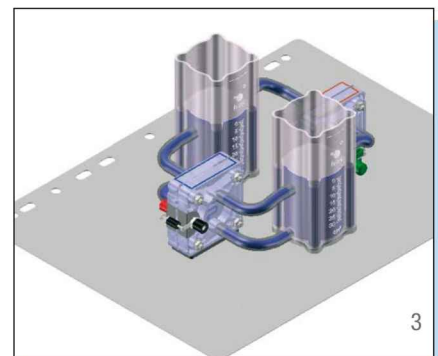
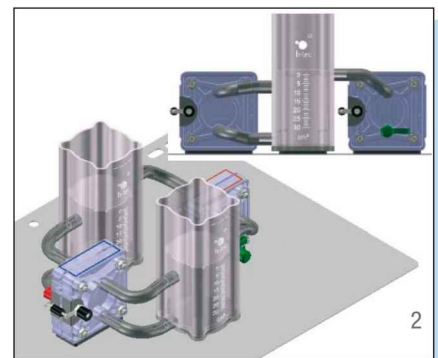
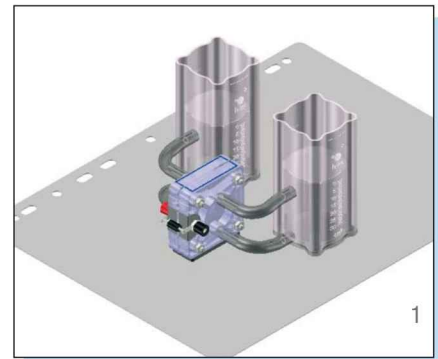
高温表面における火傷の危険

電気分解器の保護用ダイオードの極の向きを間違えると非常に高温になります。

電気分解器のダイオードに触れると火傷する恐れがあります。このため、使用を開始する際には、接続ケーブルと電気コネクタの正しい極の向き(赤 = 「+」、黒 = 「-」)に注意してください。

ダイオードに触れないでください。

8. 図に従って、接続ケーブルを使用し、ベンチレータをベースプレートに置き、燃料電池の各接続部と接続します。この際、正しい極の向き(赤 = 「+」、黒 = 「-」)に注意してください。



ガスの製造

1. ソーラーモジュールの照明が充分になると、電気分解器は水素と酸素の比 2:1 で製造を開始します (図 5)。

⚠ 注意

高温表面における火傷の危険

運転中、ソーラーモジュールの表面は非常に高温となることが考えられます。

ソーラーモジュールの表面に触れると火傷する恐れがあります。

運転中、ソーラーモジュールの表面には触れないようにしてください。また分解する際には温度が 60 °C 以下になるまで待ってください。

注意

光源が近すぎることによる破損の危険

ソーラーモジュールが光源に近すぎると、これが熱くなりすぎて破壊されることがあります。

光源を使用してソーラーモジュールを運転する場合、メーカーが指定する最低間隔を守ってください。

2. ガス貯蔵容器が一杯になると、余分なガスが気泡として抜けていきます。水素製造を中止してください。

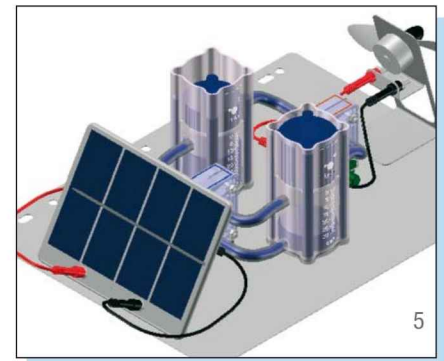
⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

水素が大気中へ逃げないようにしてください。

水素製造を中止してください。



燃料電池の使用開始

チューブおよび燃料電池に残った空気を排出させるための手順は以下の通りです。

1. 貯蔵中のガスの約 10 cm³ が燃料電池中を流れるように、燃料電池の両側にあるキャップを順に短時間開きます。
2. その後、それぞれのキャップを再び閉じます。ベンチレータが回転し始めます。

注意

酸素貯蔵容器を空にしてください

酸素貯蔵容器の出口にあるキャップは、実験が終了したらその都度必ず開き、酸素貯蔵容器内の酸素を空にしてください。その後、キャップを再び閉じてください。

注意

詳細情報

実験の実施およびトラブルシューティングに関する詳細情報は、「実験について」および「トラブルシューティング」の各章をご覧ください。

3. (モーター等の) 電力消費機器が自然に停止するまで、燃料電池の作動を続けます。これによって、燃料電池内に少量の水が残り、PEM が湿った状態となります。さらに、これによって水素の無駄な放出が回避されます。

 注意

水素の引火による負傷の危険

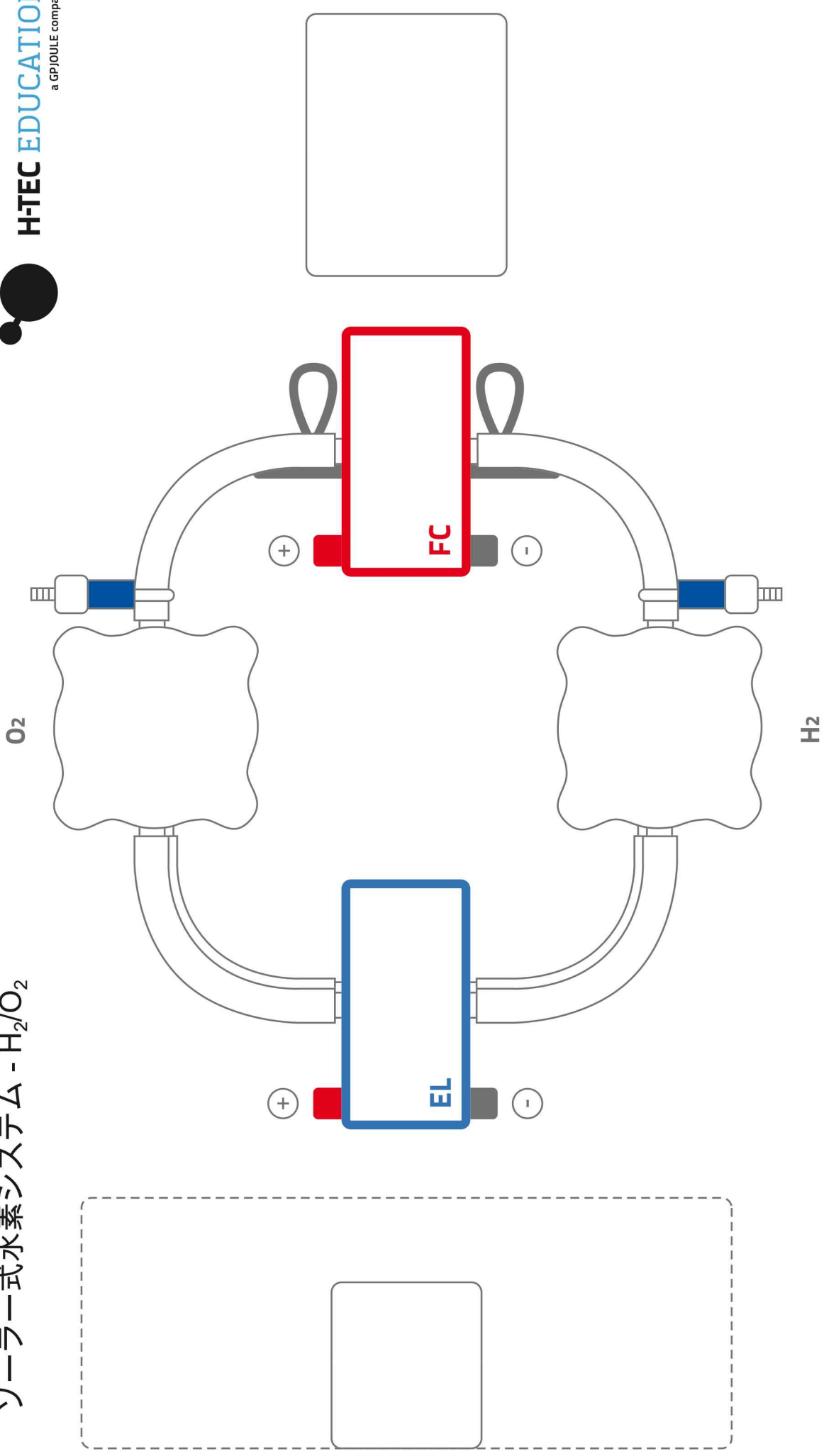
水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

水素が大気中へ逃げないようにしてください。実験後や解体前には、水素を完全に消費するようにしてください。

4. 実験装置の解体は、「使用の中止」の章に従って行ってください。

実験3

ソーラー式水素システム - H₂/O₂



ソーラーモジュール

電気分解器

ガス貯蔵容器

燃料電池

電力消費機器

実験 4

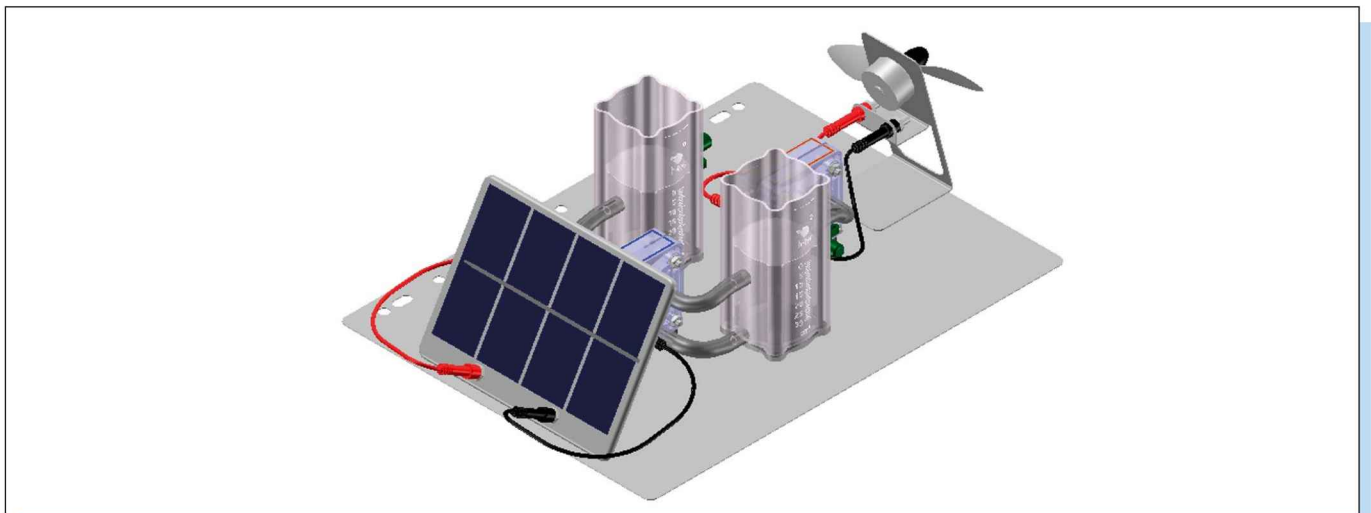
ソーラー式水素システム H₂/空気

概要

実験の狙いは、貯蔵された水素と空気中の酸素から電気エネルギーを発生させることにあります。この際、水素は燃料電池へ供給されます。燃料電池が化学的エネルギーを電気と熱に変換します。電力消費機器は電気エネルギーの消費をわかりやすくするためのものです。

組み立て時間: 約 5 分

実験時間: 約 10 分



装置と材料

この実験に必要なもの :

- 1× 電気分解器
- 1× スパウト
- 2× ガス貯蔵容器
- 1× ソーラーモジュール
- 1× ベンチレータ
- 1× ベースプレート
- 1× チューブセット (5× ショートタイプ)
- 2× キャップ
- 1× 蒸留水入り水ボトル
- 1× 適切な光源
- 4× 接続ケーブル 2 mm
- 必要に応じて、2 mm から 4 mm への安全アダプター

組立 / 設置

1. 2つのガス貯蔵容器と電気分解器を図に従ってベースプレート上に置いてください。

⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

チューブが破損していたり、接続部に漏れがあると、水素が漏れることがあります。チューブが正しく接続されていないと、引火性のある水素混合空気が発生する恐れがあります。水素や水素混合気が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

組み立ての前に必ずチューブや接続部分が破損していないかを確認してください。チューブの接続は、説明書に記載されている通りに正しく行ってください。

2. 電気分解器の上下にある接続部と、ガス貯蔵容器の電気分解器側の接続部を4本のショートタイプのチューブで接続してください(図1)。
3. 燃料電池をベースプレート上に置いてください。ショートタイプのチューブ1本を使用して、燃料電池の水素側にある上の接続部と水素貯蔵容器の燃料電池側にある接続部を接続してください(図2)。
燃料電池の栓は使用しないでください。
4. 燃料電池の水素側にある下の接続部と酸素貯蔵容器の燃料電池側にある接続部を、キャップでそれぞれ閉じてください。
5. 両方のガス貯蔵容器に膨張容器の下のマーキングまで蒸留水を充填してください。
6. 燃料電池にあるキャップおよび酸素貯蔵容器のキャップが開き、ガス貯蔵容器、電気分解器、燃料電池から空気が出ていきます。ガス貯蔵容器内の水量が減らなくなったら、このプロセスは完了します(図3)。最後に、酸素貯蔵容器のキャップと燃料電池のキャップを再び各接続部にセットします。

注意

燃料電池内への水の浸入

水が燃料電池内に浸入しないように注意してください。電極表面に水の膜があると、燃料電池内での水素と酸素の反応を抑制することができます。この場合、燃料電池の性能が不十分になります。

7. 図に従って、ソーラーモジュールをベースプレート上に置き、接続ケーブルを使用して電気分解器の各接続部と接続します(図4)。この際、正しい極の向き(赤 = 「+」、黒 = 「-」)に注意してください。

⚠ 注意

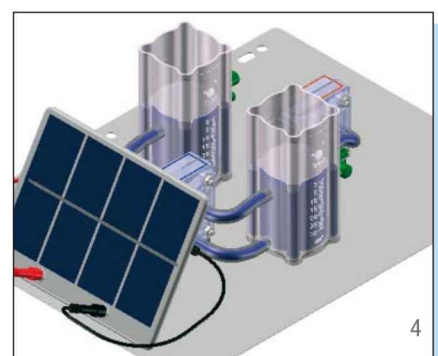
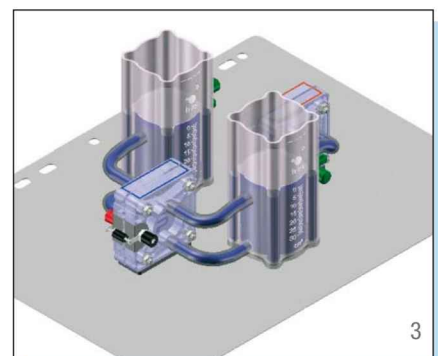
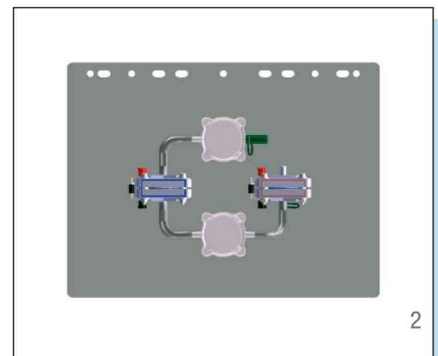
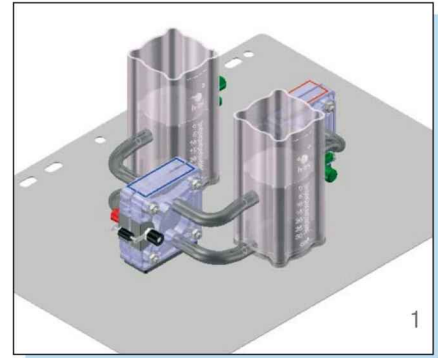
高温表面における火傷の危険

電気分解器の保護用ダイオードの極の向きを間違えると非常に高温になります。

電気分解器のダイオードに触れると火傷する恐れがあります。このため、使用を開始する際には、接続ケーブルと電気コネクタの正しい極の向き(赤 = 「+」、黒 = 「-」)に注意してください。

ダイオードに触れないでください。

8. 図に従って、接続ケーブルを使用し、ベンチレータをベースプレートに置き、燃料電池の各接続部と接続します。この際、正しい極の向き(赤 = 「+」、黒 = 「-」)に注意してください。



ガスの製造

1. ソーラーモジュールの照明が充分になると、電気分解器は水素と酸素の比 2:1 で製造を開始します (図 5)。

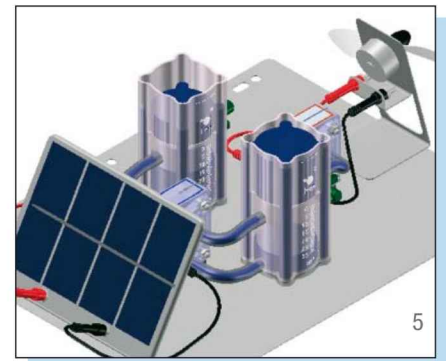
⚠ 注意

高温表面における火傷の危険

運転中、ソーラーモジュールの表面は非常に高温となることが考えられます。

ソーラーモジュールの表面に触れると火傷する恐れがあります。

運転中、ソーラーモジュールの表面には触れないようにしてください。また分解する際には温度が 60 °C 以下になるまで待ってください。



注意

光源が近すぎることによる破損の危険

ソーラーモジュールが光源に近すぎると、これが熱くなりすぎて破壊されることがあります。

光源を使用してソーラーモジュールを運転する場合、メーカーが指定する最低間隔を守ってください。

2. ガス貯蔵容器が一杯になると、余分なガスが気泡として抜けていきます。水素製造を中止してください。

⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

水素が大気中へ逃げないようにしてください。

水素製造を中止してください。

燃料電池の使用開始

チューブおよび燃料電池に残った空気を排出させるための手順は以下の通りです。

1. 貯蔵中のガスの約 10 cm³ が燃料電池中を流れるように、燃料電池の両側にあるキャップを順に短時間開きます。
2. その後、それぞれのキャップを再び閉じます。ベンチレータが回転し始めます。

注意

酸素貯蔵容器を空にしてください

酸素貯蔵容器の出口にあるキャップは、実験が終了したらその都度必ず開き、酸素貯蔵容器内の酸素を空にしてください。その後、キャップを再び閉じてください。

注意

詳細情報

実験の実施およびトラブルシューティングに関する詳細情報は、「実験について」および「トラブルシューティング」の各章をご覧ください。

3. (モーター等の) 電力消費機器が自然に停止するまで、燃料電池の作動を継続します。これによって、燃料電池内に少量の水が残り、PEM が湿った状態となります。さらに、これによって水素の無駄な放出が回避されます。

⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

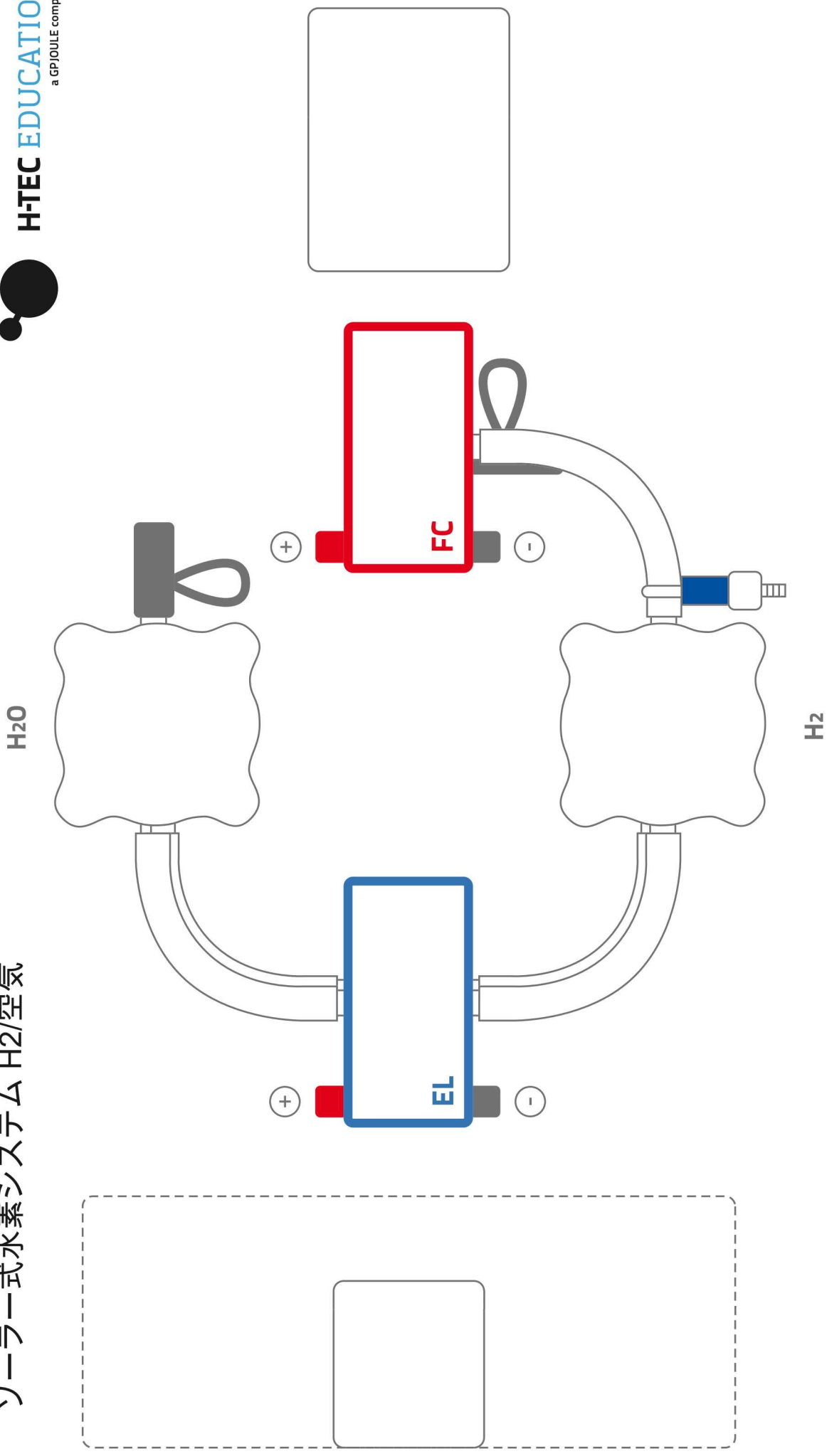
水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

水素が大気中へ逃げないようにしてください。実験後や解体前には、水素を完全に消費してしまうようにしてください。

4. 実験装置の解体は、「使用の中止」の章に従って行なってください。

実験4

ソーラー式水素システム H₂/空気



ソーラーモジュール

電気分解器

ガス貯蔵容器

燃料電池

電力消費機器

実験 5

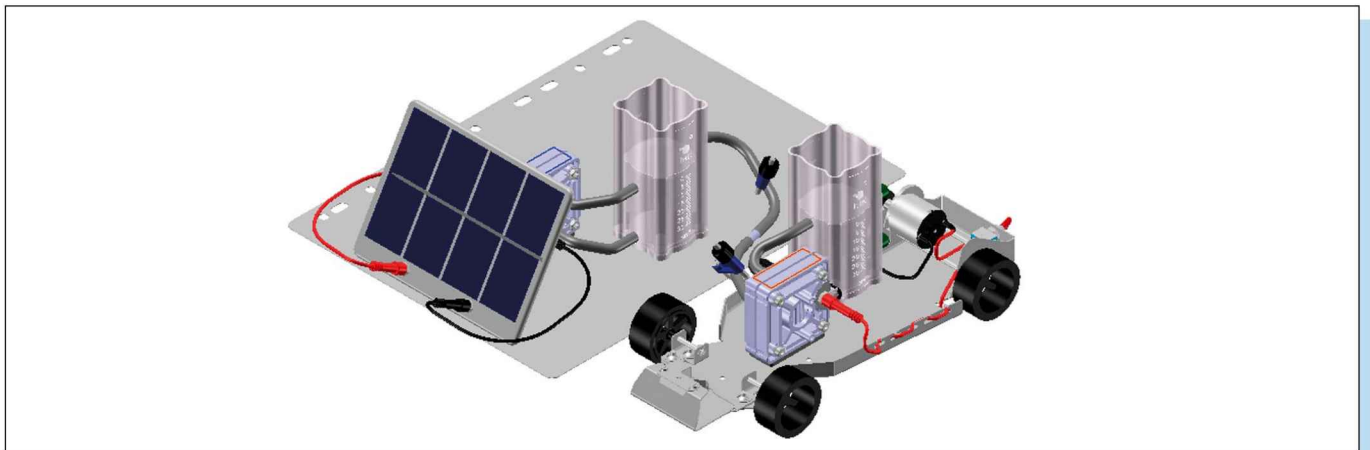
燃料電池自動車とソーラー式水素ステーション

概要

実験の狙いは、光エネルギーを水素製造に利用することにあります。電気分解器では、水が水素と酸素のガスに分解し、水素を貯蔵して後のプロセスで利用します。

組み立て時間: 約 3 分

実験時間: 約 5 ~ 15 分



装置と材料

この実験に必要なもの :

- 1× 蒸留水入り水ボトル
- 1× スパウト
- 1× 保護メガネ

水素ステーション用としてさらに必要なもの :

- 1× 電気分解器
- 1× ガス貯蔵容器
- 1× ソーラーモジュール

- 1× ベースプレート
- 1× チューブセット (2× ショートタイプ、1× ロングタイプ)
- 1× チューブクランプ
- 2× 接続ケーブル 2 mm
- 必要に応じて、2 mm から 4 mm への安全アダプター
- 1× 接続パイプ
- 1× 適切な光源

自動車構造用としてさらに必要なもの :

- 1× 燃料電池
- 1× 自動車ベースプレート
- 1× チューブ、ショートタイプ
- 1× チューブ、ミドルタイプ
- 1× チューブクランプ
- 2× キャップ

組立 / 設置 (水素ステーション)

1. ガス貯蔵容器と電気分解器を図に従ってベースプレート上に置いてください。

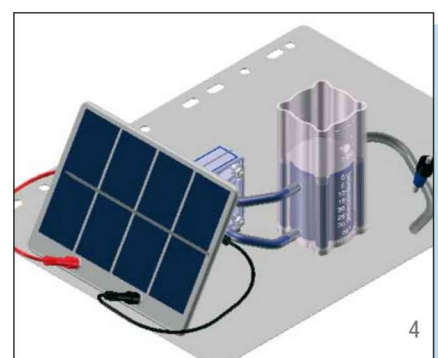
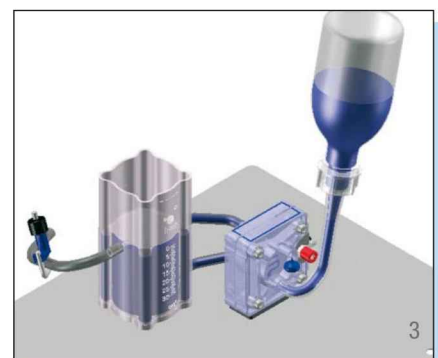
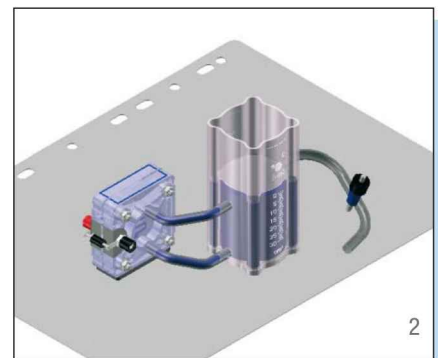
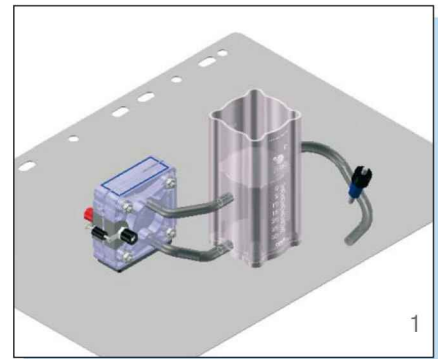
⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

チューブが破損していたり、接続部に漏れがあると、水素が漏れることがあります。チューブが正しく接続されていないと、引火性のある水素混合空気が発生する恐れがあります。水素や水素混合気が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

組み立ての前に必ずチューブや接続部分が破損していないかを確認してください。チューブの接続は、説明書に記載されている通りに正しく行ってください。

2. 2個のショートタイプのチューブを使用して、ガス貯蔵容器の電気分解器側を電気分解器の水素側にある接続部と接続してください。ガス貯蔵容器は水素貯蔵容器として機能します。
3. 水素貯蔵容器の燃料電池側にある接続部に、ロングタイプのチューブを差し込み、チューブクランプで締めてください (図 1)。
4. 水素貯蔵容器の膨張容器の上のマーキングまで蒸留水を充填してください。
5. チューブクランプを開きます。空気が水素貯蔵容器と電気分解器から出てきます。水素貯蔵容器内の水量が減なくなったら、このプロセスは完了します (図 2)。最後に、チューブクランプを再び閉じます。
6. 電気分解器の酸素側を蒸留水で湿らせてください。この際、水ボトルにスパウトを取り付け、電気分解器の下側の接続部にチューブを接続します。ボトルにやや圧力をかけると、電気分解器の酸素側に蒸留水が入ります。その後、ボトルを再び取り外してください (図 3)。
7. 図に従って、接続ケーブルを使用し、ソーラーモジュールを電気分解器の各接続部と接続します (図 4)。この際、正しい極の向き (赤 = 「+」、黒 = 「-」) に注意してください。



⚠ 注意

高温表面における火傷の危険

電気分解器の保護用ダイオードの極の向きを間違えると非常に高温になります。

電気分解器のダイオードに触れると火傷する恐れがあります。

このため、使用を開始する際には、接続ケーブルと電気コネクタの正しい極の向き (赤 = 「+」、黒 = 「-」) に注意してください。

ダイオードに触れないでください。

ガスの製造

1. ソーラーモジュールの照明が充分になると、電気分解器は水素と酸素の比 2:1 で製造を開始します。ただしこの実験では酸素は貯蔵されません。

⚠ 注意

高温表面における火傷の危険

運転中、ソーラーモジュールの表面は非常に高温となることが考えられます。

ソーラーモジュールの表面に触れると火傷する恐れがあります。

運転中、ソーラーモジュールの表面には触れないようにしてください。また分解する際には温度が 60 °C 以下になるまで待ってください。

注意**光源が近すぎることによる破損の危険**

ソーラーモジュールが光源に近すぎると、これが熱くなりすぎて破壊されることがあります。

光源を使用してソーラーモジュールを運転する場合、メーカーが指定する最低間隔を守ってください。

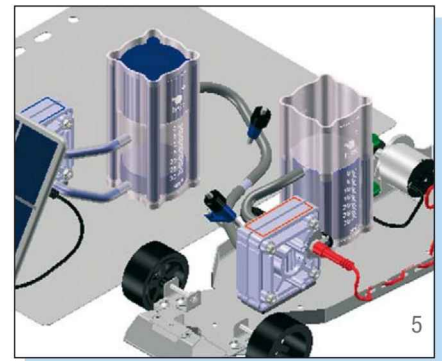
2. 水素貯蔵容器が一杯になると、余分なガスが気泡として抜けていきます。水素製造を中止してください。

⚠ 注意**水素の引火による負傷の危険**

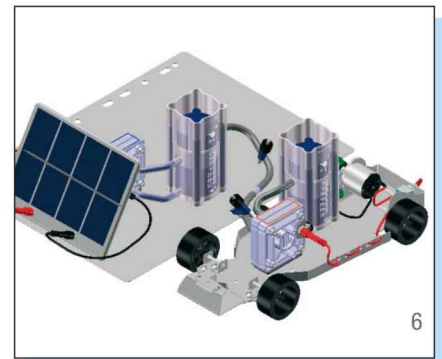
水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

水素が大気中へ逃げないようにしてください。

水素製造を中止してください。



5



6

組立 / 水素充填 (燃料電池自動車)

1. 2つめのガス貯蔵容器の電気分解器側の接続部に2つのキャップを取り付け、燃料電池側の接続部にショートタイプのチューブを差し込みます。これは自動車の水素貯蔵容器として機能します。

⚠ 注意**水素の引火による負傷の危険**

チューブが破損していたり、接続部に漏れがあると、水素が漏れることがあります。チューブが正しく接続されていないと、引火性のある水素混合空気が発生する恐れがあります。水素や水素混合気が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

組み立ての前に必ずチューブや接続部分が破損していないかを確認してください。チューブの接続は、説明書に記載されている通りに正しく行なってください。

2. 燃料電池の水素側にある下の接続部に、ミドルタイプのチューブおよびチューブクランプを取り付けます。チューブクランプを閉じます。
3. 水素貯蔵容器のショートタイプのチューブを燃料電池の水素側にある上の接続部に接続します。
4. 燃料電池と水素貯蔵容器を自動車ベースプレート上に置き、モーターのケーブルを燃料電池のそれぞれのコネクタに接続します。この際、正しい極の向き (赤 = 「+」、黒 = 「-」) に注意してください(図5)。
5. 水素貯蔵容器の膨張容器の下のマーキングまで蒸留水を充填してください。
6. 燃料電池の水素側にあるキャップが開き、水素貯蔵容器と燃料電池から空気が出ていきます。水素貯蔵容器内の水量が減らなくなったら、このプロセスは完了します(図6)。その後、燃料電池にある下側の接続部をキャップで再び閉じてください。燃料電池の栓は使用しないでください。

注意**燃料電池内への水の浸入**

水が燃料電池内に浸入しないように注意してください。電極表面に水の膜があると、燃料電池内での水素と酸素の反応を抑制することができます。この場合、燃料電池の性能が不十分になります。

7. 水素を充填するためには、自動車と水素ステーションの両方のチューブを接続パイプでつなぎます。その後、両方のチューブクランプを開きます。両方の水素貯蔵容器の間で圧力補正が行なわれ、両方の容器の半分の位置まで水素が充填された状態になります。

8. 両方のチューブクランプを再び閉じ、接続された2本のチューブを取り外します。自動車が運転可能な状態になります。燃料電池の酸素側にある栓が開いているようにしてください。

注意

詳細情報

実験の実施およびトラブルシューティングに関する詳細情報は、「実験について」および「トラブルシューティング」の各章をご覧ください。

9. 自動車の後ろにあるスイッチを「on」にします。自動車が走行し始めます。自動車を停止するにはスイッチを「off」にします。
10. (モーター等の) 電力消費機器が自然に停止するまで、燃料電池の作動を続けます。これによって、燃料電池内に少量の水が残り、PEMが湿った状態となります。さらに、これによって水素の無駄な放出が回避されます。

⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

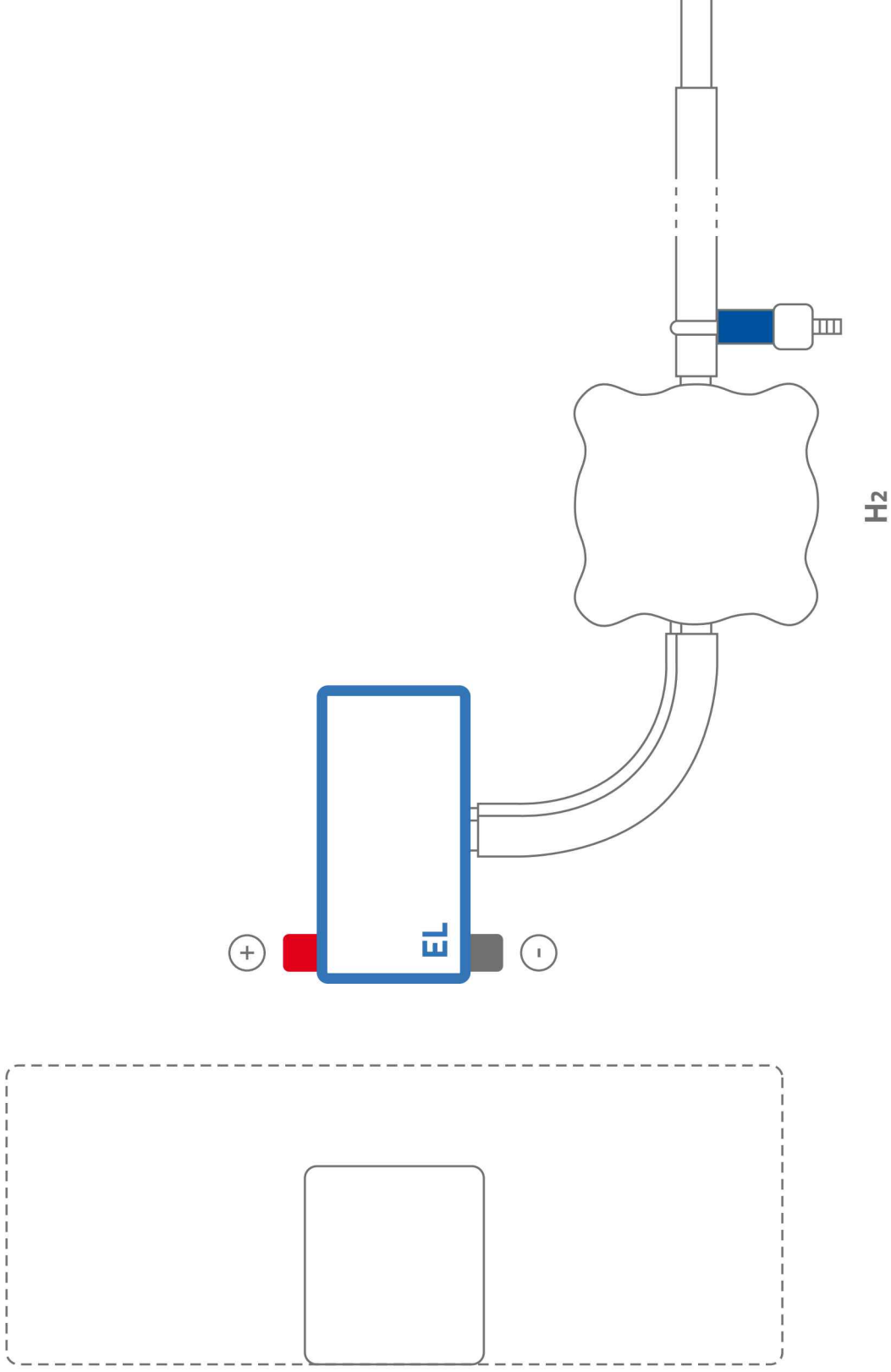
水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

水素が大気中へ逃げないようにしてください。実験後や解体前には、水素を完全に消費してしまうようにしてください。

11. 実験装置の解体は、「使用の中止」の章に従って行なってください。

実験 5

燃料電池自動車とソーラー式水素ステーション



ソーラーモジュール

電気分解器

ガス貯蔵容器

実験 6

分解可能な燃料電池

概要

実験の狙いは、燃料電池を分解し、個々のコンポーネントを再び組み立て、内部の構造を理解することにあります。

実験時間：約 10 分

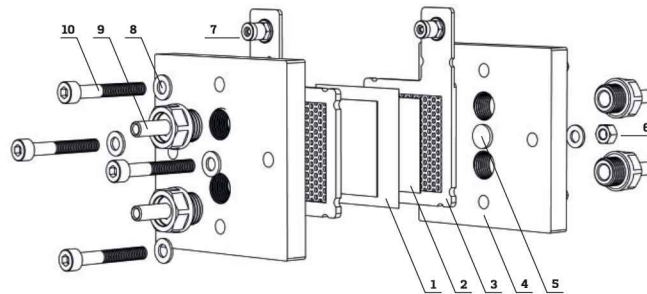


装置と材料

この実験に必要なもの：

- 1× 分解可能な燃料電池
- 1× 工具セット
- 1× 蒸留水の入ったビーカー

個々のコンポーネント



コンポーネント

個数

- | | |
|--------------------------------|---|
| ■ ポジション 1 プロトン交換膜 (PEM) | 1 |
| ■ ポジション 2 電極 | 2 |
| ■ ポジション 3 電力消費機器 | 2 |
| ■ ポジション 4 ハウジングプレート | 2 |
| ■ ポジション 5 スペース (ハウジングに固定) | 2 |
| ■ ポジション 6 ナット | 8 |
| ■ ポジション 7 スペースブッシュ (電力消費機器に固定) | 2 |
| ■ ポジション 8 ワッシャ | 8 |
| ■ ポジション 9 接続部品 | 4 |
| ■ ポジション 10 ネジ | 4 |

分解

燃料電池 PEMFC キットは完全に分解可能です。

⚠ 注意

触媒剤による火災の危険

燃料電池の電極に使用されている触媒は、可燃物と接触すると燃えやすくなります。

燃料電池の外部での水素との接触、およびアルコールやその他の有機蒸気との接触を避けてください。

注意

不適切な取り扱いによる破損の危険

PEMと電極は、破損が生じたり汚れが付着したりしやすい非常に敏感な部品です。

部品は丁寧に扱ってください。これらの部品を指で触らないでください。必ず清潔な環境で、先の尖っていない合成樹脂製ピンセットを使用して取り扱ってください。PEMは絶対に先の尖ったもので触らないでください。

注意

炭素を含有する電極による汚れ

炭素を含有する電極によって、下地に持続的な汚れが付着することがあります。

1. 4つのナットを工具でゆるめ、燃料電池を固定している4つのネジを取り外します。
- 2.ハウジングプレートを慎重に取り外してください。

注意

部品の固着

燃料電池の分解時、通常各部品は個別になっているのではなく、互いに固着しています。

3. 電力消費機器を取り外すか、ハウジングプレートから引き抜いてください。
4. PEMをピンセットで電力消費機器から慎重に引き抜いてください。

注意

PEMへの電極の固着

電極がPEMに固着している場合には、ピンセットで慎重に取り外してください。

5. PEMを蒸留水の入ったビーカー内に入れます。
6. 電極をピンセットで慎重に電力消費機器から取り外し、清潔な場所に置いてください。
7. 工具を使用して、4つの接続部品を両方のハウジングプレートから外します。個々のコンポーネントの一覧に記載されている通りのコンポーネントが揃います。

組み立て

⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

不適切な組み立てを行なうと、燃料電池に漏れが生じることがあります。水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

燃料電池の組み立ては非常に慎重に行なってください。

⚠ 注意

触媒剤による火災の危険

燃料電池の電極に使用されている触媒は、可燃物と接触すると燃えやすくなります。

燃料電池の外部での水素との接触、およびアルコールやその他の有機蒸気との接触を避けてください。

注意

膜が乾燥すると、性能が悪化します

膜を取り付ける前に、最低5分間蒸留水に浸けておいてください。

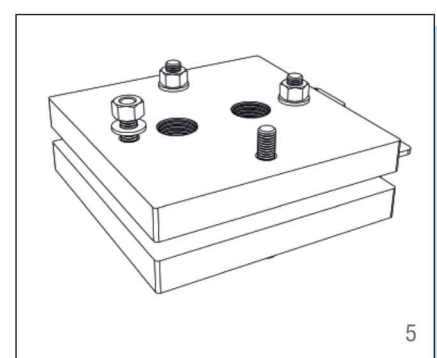
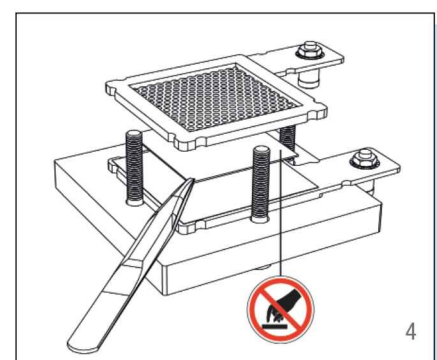
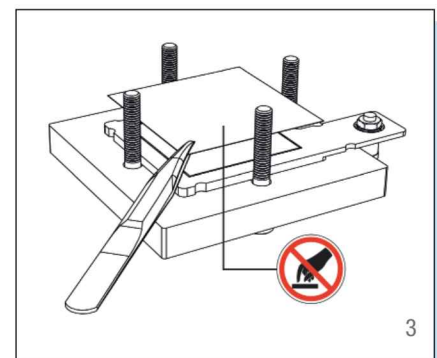
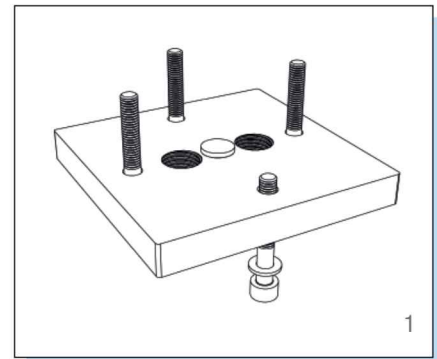
- 4つのネジにそれぞれワッシャーを1つずつ付け、スペーサーの向こう側にあるいずれかのハウジングプレートに差し込んでください。その後、ハウジングプレートをネジ頭を下にして平らな面上に置きます (図 1)。
- 電力消費機器のいずれかをハウジングプレート上に置きます。この際、分厚い方のシーリングがハウジングプレート側を向くようにします (図 2)。
- いずれかの電極をピンセットで電力消費機器の上に置きます。この際、正しい取り付け方向に必ず注意してください！電極の濃い黒色の側が上を向き、銀色っぽい黒色の側が下、つまり電力消費機器の方を向くようにします。電極を中心に置いてください。
- ピンセットを使用し、PEMを蒸留水から取り出します。濡れたままのPEMを電極上に置き、PEMの周囲が均等に電力消費機器のシーリング枠にあたるようにします。この際、電極がずれないように注意してください。(図 3)
- ピンセットを使用して2つめの電極をPEMの上に置きます。この際、正しい取り付け方向に必ず注意してください！電極の濃い黒色の側が下、つまりPEMの方を向き、電極の銀色っぽい黒色の方が上を向くようにしてください。電極を中心に置いてください。
- 2つめの電力消費機器は、両方のコネクタブッシュが一つの方向を向くように置きます。分厚い方のシーリングが上を向くようにします (図 4)。2つめの電極は、電力消費機器を置く際にシーリング領域に来ないようにしてください。必要に応じて、ピンセットで電極の位置を調整してください。

注意

組み立てにあたってのヒント

次のステップが終わるまで2つめの電力消費機器をしっかりと押さえておくと、位置調整後にずれません。

- 2つめのハウジングプレートを、スペーサーが下を向くように置きます (図 5)。
- 残った4つのワッシャーをネジに取り付けます。4つのナットをネジに載せて燃料電池に付けて、手で回して固定します。
- ハウジングプレート間の距離が約 4.0 mmになるまで、工具でナットを交互に少しずつ締めていきます (最高 1/2回転ずつ) (図 6)。



注意

締め付けトルクが強すぎると破損が生じる危険があります
ネジおよびナットを強く締めすぎると、電極が破損する恐れがあります。
ハウジングプレート間の距離をノギス等で確認してください。
ネジおよびナットを強い力で絶対締めすぎないでください！

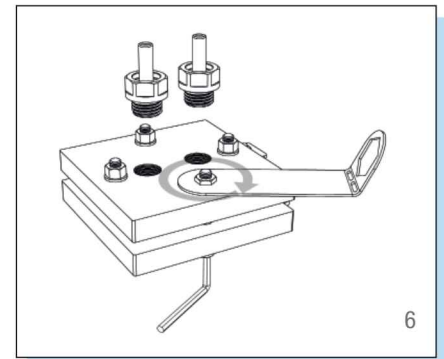
10. ハウジングプレートにある4つの穴に接続部品を入れてください。

注意**燃料電池を使用した実験**

燃料電池の取り付けが完了したら、実験3～5も同様に実施できます。

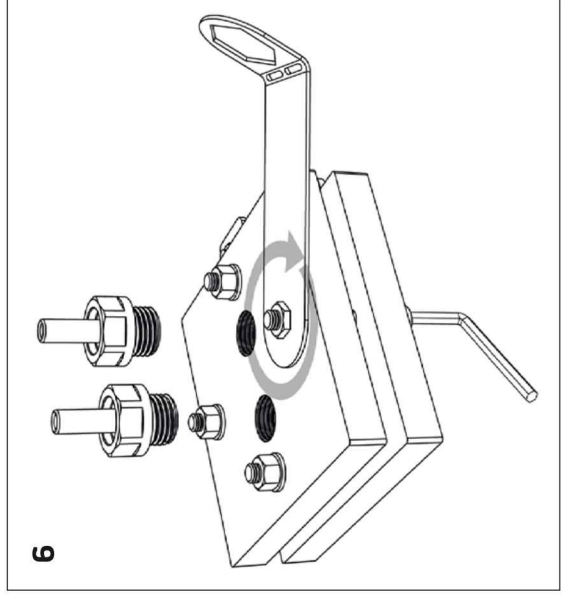
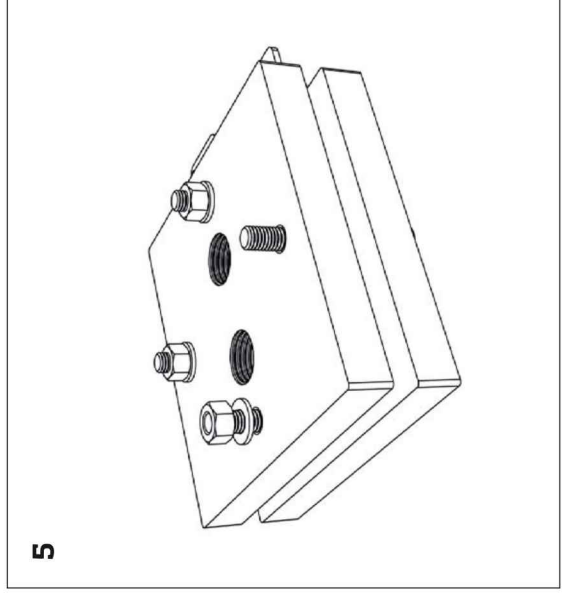
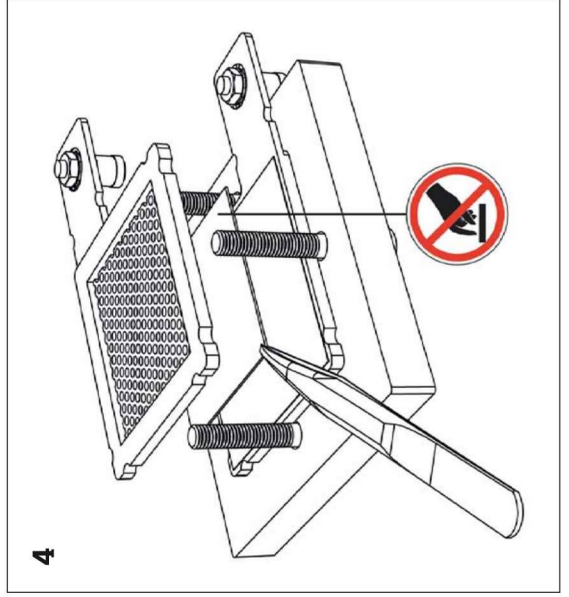
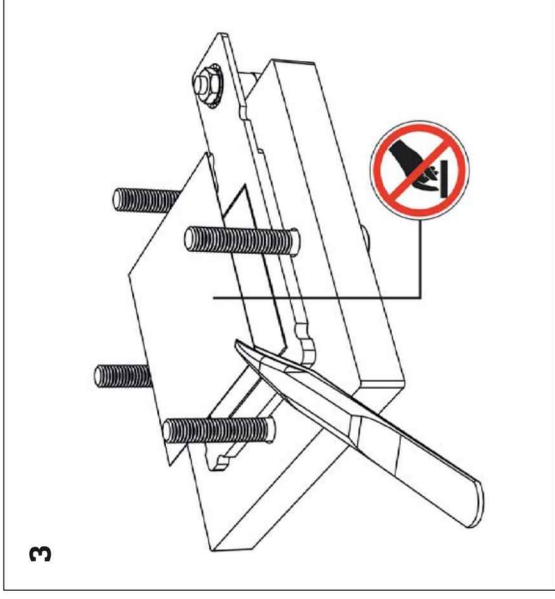
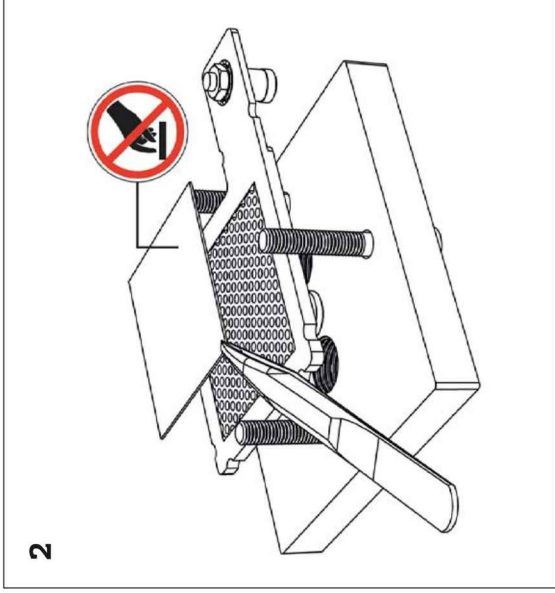
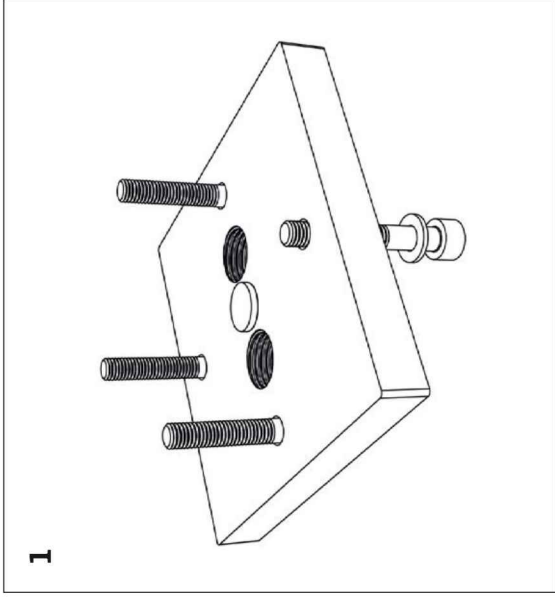
注意**空気中の酸素の利用**

実験4および5の場合、片方の接続部品を取り外してください。



6

実験6 分解可能な燃料電池



技術データ

電気分解器:

H ₂ の製造:	5.0 cm ³ /分
O ₂ の製造:	2.5 cm ³ /分
出力:	1.16 W
許容作動電圧:	0 ~ 2.0 VDC
蒸留水の電気伝導率:	< 2 μS/cm
許容作動圧力:	0 ~ 20 mbar

燃料電池 H₂/O₂/空気:

H ₂ /O ₂ モード:	500 mW
H ₂ /空気モード:	150 mW
許容作動圧力:	0 ~ 20 mbar

ガス貯蔵容器:	30 cm ³ H ₂ / 30 cm ³ O ₂
ソーラーモジュール:	2.0 V / 600 mA*
電力消費機器 (ベンチレータ):	10 mW
電力消費機器 (自動車ベースブ レートのモーター):	150 mW

分解可能な燃料電池:

H ₂ /O ₂ モード:	500 mW
H ₂ /空気モード:	180 mW
許容作動圧力:	0 ~ 20 mbar

* 標準テスト条件 (STC) 下での結果です

トラブルシューティング

燃料電池の性能が低い。

考えられる原因:

- 燃料電池が長期間にわたって保管されていたか、乾燥しすぎた状態で保管されていました。燃料電池のプロトン交換膜 (PEM) が乾燥していると、性能が低下します。

対処方法:

- 使用を継続してください。作動中、燃料電池は自然と湿っていき、非常にゆっくりと性能をフル発揮するようになります。

分解可能な燃料電池が作動しない。

考えられる原因:

- 分解可能な燃料電池が正しく組み立てられていません。

対処方法:

- 分解可能な燃料電池をマニュアルに従って正しく分解してください。その後、マニュアルに従って順に組み立ててください。

水素があるにもかかわらず、燃料電池に接続された装置(モーター等)が機能しない。

考えられる原因:

- 運転中、(ガス貯蔵容器等を通じて)水分が燃料電池内に浸入しました。これによって能力が大幅に低下することがあります。

対処方法:

- 燃料電池を開いて接続部から息を吹きかけて乾燥させてください。

注意

圧縮空気による破損の危険

燃料電池の乾燥に圧縮空気を使用すると、燃料電池の破壊につながり、修理不能となることがあります。

燃料電池を乾燥させる際には、技術的な補助機器を使用せず、基本的に息を吹きかけるだけにしてください。

ソーラーモジュールを接続しても電気分解器の中で水素が製造されない。

考えられる原因:

- 光の強度が不足しています。

対処方法:

- ソーラーモジュールの運転時には、十分な日光または焦点をあてられる強力な電光源が必要となります。省エネタイプの電球や蛍光灯等は、ソーラーモジュールの使用に適していません。

正しく組み立てたにもかかわらず、電気分解器または燃料電池が機能しない。

考えられる原因:

- 蒸留水が使用されていません。電気分解器および(または)燃料電池が破壊され、修理不可能な状態です。

上記の対処を行っても問題が解決しない場合には、H-TEC EDUCATIONまでお問い合わせください。

使用の中止

- (モーター等の)電力消費機器が自然に停止するまで、燃料電池の作動を継続します。これによって、燃料電池内に少量の水が残り、PEMが湿った状態となります。さらに、これによって水素の無駄な放出が回避されます。
- ガス貯蔵容器を空にする：
 1. 貯蔵容器を空にする前に、必ず全てのガスを消費してください。

⚠ 注意

水素の引火による負傷の危険

水素が大気中へ逃げると、引火源の付近で引火する恐れがあります。

水素が大気中へ逃げないようにしてください。実験後や解体前には、水素を完全に消費してしまうようにしてください。

2. コンポーネントを一緒にまとめてベースプレートまたは自動車ベースプレートから取り外します。
 3. 水を受け容器内に注ぎます。
- 解体は組み立てと反対の順序で行なってください。

同製品の使用を中止する際には以下の点を守ってください。

- 燃料電池と電気分解器の接続部にキャップを取り付けてこれらを閉じてください。これによって、PEMの乾燥を防ぎます。これは、燃料電池の栓にもあてはまります。
- ベースプレートおよび自動車ベースプレートについた水滴は、柔らかく毛羽立たない布で丁寧に拭き取ってください。これによって水跡の付着が防げます。

メンテナンス

同製品のコンポーネントはメンテナンスフリーです。以下の点を守ってください。

- 運転の際にはその都度きれいな蒸留水を使用してください。
- 運転終了後は、ガス貯蔵容器から水を除去してください。

運搬および保管

長期間にわたって正常な機能を維持するため、製品の運搬および保管の際には以下の点を守ってください。運搬および保管は以下の条件下で行なってください。

- オリジナル包装材を使用すること。
- 乾燥した粉塵のない環境で行なうこと。
- 4°C から 50°Cまでの温度環境下で行なうこと。
- 振動から守ること。

廃棄

燃料電池と電気分解器は家庭ごみとして廃棄しないでください。

警告

触媒剤による火災の危険

燃料電池および電気分解器の電極に使用されている触媒は、可燃物と接触すると燃えやすくなります。

水素、アルコールやその他の有機蒸気との接触を避けてください。適切な方法で廃棄してください。

使用済みの電子電気機器は、分別ごみとして廃棄することが欧州指令で取り決められています。ゴミ箱にバツ印がついたシンボルは、分別回収が必要であることを表しています。

廃棄の方法に関する詳細情報は、各地の廃棄業者までお問い合わせください。