

Dr FuelCell® Model Car

Model Araç

Öğretmen Kılavuzu



İçindekiler

Önsöz	5
2 Bu Doküman Hakkında	7
2.1 Araştırmaları Sınıfta Kullanma	8
2.2 Semboller ve İşaretler	9
2.3 Diğer İlgili Dokümanlar	10
3 Genel Güvenlik	11
3.1 Güvenliğiniz İçin	11
3.2 Yer Koşulları	12
3.3 Taşıma ve Nakliye	12
3.4 Güvenlik Önlemleri	12
3.5 Elektromanyetik Uyum	13
3.6 Garanti	13
4 Dr FuelCell® Model Car tanıtımı	15
4.2 Öğretmenin Elzemleri	15
4.3 Araştırma – Öğretmenler	19
5 Solar Modül Oryantasyonu	25
5.1 Öğretmenin Elzemleri	25
5.2 Araştırma - Öğretmenler	30
5.3 Öğrenci Bölümü	40
6 Basit Elektroliz	47
6.1 Öğretmenin Elzemleri	47
6.2 Araştırma - Öğretmenler	51
6.3 Öğrenci Bölümü	58
7 Elektrolizi Anlama	63
7.1 Öğretmenin Elzemleri	63
7.2 Araştırma - Öğretmenler	67
7.3 Öğrenci Bölümü	80
8 Hidrojen Enerjisi!	91
8.1 Öğretmenin Elzemleri	91
8.2 Araştırmalar - Öğretmenler	95
8.3 Öğrenci Bölümü	107
9 Devinim Halinde Hidrojen Enerjisi	117

9.1	Öğretmenin Elzemleri	117
9.2	Araştırma - Öğretmenler	120
9.3	Öğrenci Bölümü	132
10	Enerji Verimliliği.....	143
10.1	Öğretmenin Elzemleri	143
10.2	Araştırmalar - Öğretmenler	148
10.3	Öğrenci Bölümü	160
11	Hibrid Nedir?	169
11.1	Öğretmenin Elzemleri	169
11.2	Araştırma - Öğretmenler	171
11.3	Öğrenci Bölümü	183
12	Sözlük.....	187

Önsöz

Bu kitabın amacı, öğrencilerinizi yakıt hücresi teknolojisi ile tanıştırmaktır. Yakıt hücrelerinin temel prensipleri, eğlenceli bir şekilde incelenerek öğrencilerin, bu yeni teknolojiyi irdelemeleri teşvik edilir.

Yakıt hücreleri, temiz ve verimli şekilde elektrik üretmek için hidrojenin kimyasal enerjisinden faydalanır. Hidrojen yakıt hücreleri, aşağıdaki potansiyellere sahiptir

- Sera gazı üretimini, hava kirliliğini ve global iklim değişikliklerini azaltma
- Enerji güvenliğinin önemli bir parçası olma
- Hidrojen teknolojisini, geleceğin enerji kaynağı olarak sunma

Öğrencilerinize bu önemli teknolojiyi öğretmek onlara bu gelişmekte olan alanda bir bakış açısı verecektir.

Müfredat konuları

Bu yeni teknoloji ile birçok müfredat konusu öğretilir.

- Molekül kavramı
- Atomların yapısı
- Kimyasal reaksiyonlar
- Farklı enerji tiplerinin dönüştürülmesi
- Bilimsel incelemeler yapma
- Bilimsel araştırmalar tasarlama ve yürütme
- Lokal, ulusal ve global bağlamlarda bilim ve teknoloji

Umarız ki öğrencileriniz, yakıt hücrelerini sürdürülebilir geleceğimizin bir parçası haline getirmede rol oynayacaktır.

8 Hidrojen Enerjisi!

Bu araştırmada öğrenciler, hidrojen ve oksijenin birleştirilmesinden nasıl elektrik enerjisi elde edileceğini keşfedecektir.

Bu araştırma, öncekilerin devamı niteliğinde olmakla birlikte öğrencilerin bunları yapmış olmaları şart değildir.

8.1 Öğretmenin Elzemleri

8.1.1 Amaçlar

Nitelikler Maksimum öğrenme başarısı yakalamak için öğrencileriniz hali hazırda aşağıdakilere aşına olmalıdır:

- Kimyasal bileşiklerin ayrılması
- Redox reaksiyonu
- Piller
- Hidrojen testi
- Lineerlik ve ekstrapolasyon

Öğrenme amaçları Bu araştırmada öğrenciler şunları öğrenecektir:

- Hidrojen ve oksijenin birleştirilmesinden elektrik kazanımı
- Enerji dönüşümü
- Akım ve voltajın ürünü olarak güç
- Faraday'ın birinci elektroliz kanunu
- Bilimsel araştırmaların tekrarlanabilme gerekliliği
- Hidrojen, depolanmış kimyasal enerjidir

Bakış açısı Bu araştırma, örneğin aşağıdakiler gibi birçok farklı konu için bir başlama noktası görevi görebilir:

- Katalizör kavramı
- Elektron, atom, vb. kavramı
- Güç endüstrileri
- Sera etkisi
- Avogadro sabiti

8.1.2 Zaman Çizelgesi

Süreler, kaba tahminlerden oluşur.

Görev	Süre
Dersten önce hazırlık	20 dakika
Araştırma	90 dakika
Öğrencilerin sorulara yanıt vermesi gerekecektir	35 dakika

Tablo 8-1 Program

8.1.3 Öğretim Yöntemi

Yöntem	Uygunluk
Grup çalışması	✓✓✓✓
Tahta önünde anlatma	✓
Sessiz çalışma (öğrenci soruları)	✓✓
Ev ödevi (öğrenci soruları)	✓✓✓

Tablo 8-2 Öğretim yöntemi (✓ = zayıf... ✓✓✓✓ = çok iyi)

8.1.4 Geçmiş

Bir araca
hidrojen ile nasıl güç
verilir?

Önceki deneylerde kullandığımız elektrolizörde bir hidrojen kaynağımız vardı ve bunu, gaz silindiri içinde depolayabiliyorduk. Ayrıca bir oksijen kaynağımız var, ancak %21 oksijen ihtiva ettiğinden basitçe havayı da kullanabiliriz. Şimdi hidrojen ve oksijeni, bir aracı hareket ettirecek bir elektrik motoruna güç verecek elektrik haline getirmenin bir yolunu bulmamız gerekiyor.

Yakıt hücresi

Model Araç kitinde hidrojen ve oksijeni tekrar su haline getiren bir cihaz vardır. *ELEKTROLİZİ ANLAMA* araştırmada bu kitteki asıl parçayı - tersinir yakıt hücresini - bir elektrolizör olarak kullandık. Ancak yakıt hücresinin bir tarafına hidrojen ve diğer tarafına oksijen vererseniz tersinir yakıt hücresi, bir elektrik akımı üretir. Hidrojen, oksijen ile birleşerek tekrar su üretir ve bu da en başta elimizde olan maddedir. Bunu şu şekilde yazabiliriz:

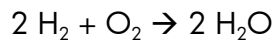
Elektrik + Su → Hidrojen + Oksijen

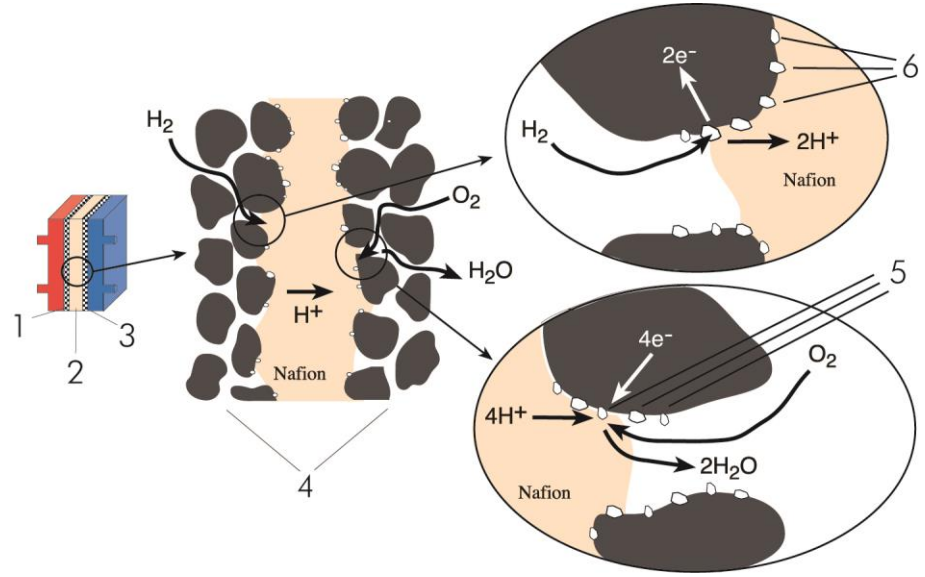
Hidrojen + Oksijen → Su + Elektrik

Bu, hava kirliliği sorununa mükemmel bir çözüm olacaktır çünkü hidrojen yakıt hücresi enerjisi, yakıt hücresine enerji vermek için gerekli olan hidrojen kaynağı olarak su ve elektriği kullanarak atmosfere sadece su veya su buharı verecektir.

Astronotlar bu teknolojiyi uzay istasyonlarında zaten kullanmaktadır. Solar hücreler, elektrolizörler, yakıt hücreleri ve başlangıçta bir su kaynağı ile astronotlar, bir elektrik ve oksijen kaynağına ve ayrıca bol miktarda hidrojene sahip olurlar. Elektrik üretmek için yakıt olarak hidrojen kullanıldığından bu ayrıca su da üretir.

Yakıt hücresindeki reaksiyonu hatırlayalım:





Şek. 8-1 Ana yakıt hücresi

- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|--------------------------|
| 1 | Anot | 4 | Karbon tabakası |
| 2 | Polimer elektrolit membran (Nafion) | 5 | Platin-iridyum katalizör |
| 3 | Katot | 6 | Platin katalizör |

Elektron akışı, bir tüketici yük tarafından kullanılabilir.

Model Araç ile depolanan hidrojeni kullanarak motora enerji verecek elektriği üretebiliriz. Elektrik motoru çok hızlı döndüğünden motor milinin hızını azaltmak ve gücü, aracın arka tekerleklerine taşımak için dişlilere sahiptir.

Güç

Elektrik olaylarını tarif ederken bir cihaza giren veya bundan çıkan güç (watt cinsinden), cihazdan geçen akımın (amper cinsinden) cihazda bulunan voltaj (volt cinsinden) ile çarpılması yoluyla belirlenebilir. Güç, bir prosesin mukavemetini tarif eder. Şöyle yazabiliriz:

$$I \times V = P \quad (\text{amper} \times \text{volt} = \text{watt})$$

Anot / Katot

Elektrolizör olarak tersinir yakıt hücresini kullandığımızda kutupları gözlemledik: negatif (siyah) = hidrojen=katot ve pozitif (kırmızı) = oksijen = anot. Şimdi yakıt hücresi olarak tersinir yakıt hücresini kullandığımızdan kutupların hemen hemen aynı olması uygundur. Hidrojen tarafı (siyah), negatif voltaj üretir; oksijen tarafı (kırmızı), pozitif voltaj üretir. Bununla birlikte anot / katot tanımına bağlı kalırsak (elektronlar, anotta kaybedilir) hidrojen tarafına şimdi anot adı verilir ve oksijen tarafına katot denir.

8.2 Araştırmalar - Öğretmenler

8.2.1 Hazırlık

Bu araştırmayı, dersten önce denemenizi öneririz.

8.2.2 Derste

Didaktik yaklaşımınıza ve elinizde bulunan Model Araç Kiti sayısına bağlı olarak grup çalışması yapmayı veya anlatarak öğretmeyi seçebilirsiniz.

Güvenlik

- Öğrencilerinizin güvenli araştırma bilincine sahip olduklarından emin olun ve siz de potansiyel tehlikelerden haberdar olun.
- Öğrencilerinize gözlük verin ve siz de gözlüklerinizi takın.



DIKKAT

Tersinir yakıt hücresinde aşırı basınç!

Gaz depo silindirlerinin taşma bölmelerinin üstü tıkanığında objelerin dışarı atılmasına bağlı yaralanmalar.

- Gaz depo silindirlerinin taşma bölmelerinin tepesini bloke etmeyin.
- Her zaman göz koruması kullanın.



DIKKAT

Hidrojenin ateş alması!

Cilt yanıkları ve yakıt hücresinin zarar görmesi.

- Ateş olmamalı.
- Sigara içmeyin.
- İyi havalandırılmış çalışma yeri.



İPUCU

Öğrenciler, hidrojen tamamen tükenmeden önce motorun durduğunu veya tersine hidrojen bitmiş göründükten sonra bile motorun çalışmaya devam ettiğini gözlemleyebilir. Aşağıdaki açıklamaları yapabilirsiniz:

- Tüm hidrojen tükenmeden önce motor durur:
 - Bu, sistem suyla doldurulurken sistemde kalan havanın sonucu olabilir. Hidrojen tarafından kalan şey, tamamen hidrojen değildir.
- Hidrojen bittikten sonra motor çalışmaya devam eder:
 - Depo silindirinde hiç hidrojen görünmemesine rağmen membran çevresinde hala bir miktar hidrojen bulunabilir.

8.2.2.2 Grup Çalışması

Grup çalışması için birden fazla Model Araç kiti gereklidir.

8.2.2.3 Tahta Önünde Anlatma

Tahta önünde anlatma için sadece bir Model Araç kiti gerekir.

Araştırmayı tanıtmak için şunlara ihtiyacınız olacak:

Araştırma

- ✓ Gözlük veya göz koruması
- ✓ Solar modül veya el jeneratörü



İPUCU

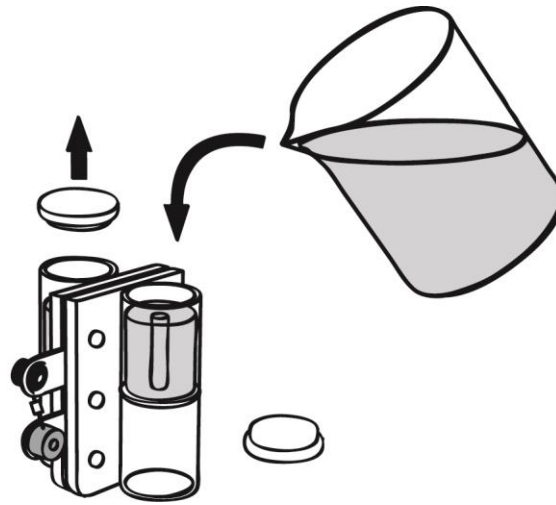
Solar modüle alternatif olarak elektrik enerjisi kaynağı olarak el jeneratörü kullanabilirsiniz (bakınız Kullanma Kılavuzu).

- ✓ 2 veya 5 adet ek kablo (yakıt hücresinin ne kadar güç sağlayabileceğini öğrenmek istiyorsanız 5)
- ✓ Tersinir yakıt
- ✓ Motorlu araç
- ✓ Yük ölçüm kutusu (yakıt hücresinin ne kadar güç sağlayabileceğini öğrenmek istiyorsanız)

Tersinir yakıt
hücresinin damıtılmış
suyla doldurulması

- ✓ Damıtılmış su
- ✓ 100–120 watt PAR lamba veya dengi bir ışık kaynağı
- ✓ Tahta blok veya araç için başka bir destek
- ✓ Saniye ibreli veya kronometre özellikli saat

1. Gözlüklerinizi takın.
2. Yakıt hücresini yassı bir yüzey üzerine baş aşağı (sayılar aşağı bakacak şekilde) koyun.
3. Stoperleri çıkarın.



Şek. 8-2 Tersinir yakıt hücresinin damıtılmış suyla doldurulması



UYARI

Sadece damıtılmış su kullanın!

Musluk suyu ve diğer sıvılar, tersinir yakıt hücresinin membranına kalıcı zarar verir.

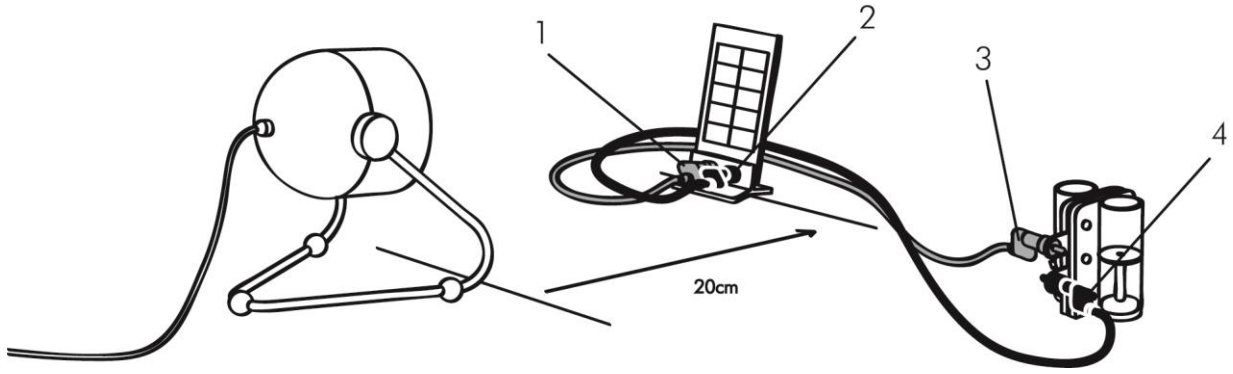
4. Damıtılmış suyu her iki depo silindirinin içine, su, silindirlerin ortasındaki küçük boruların tepesine çıkana kadar dökün.
5. Suyun, membranı ve metal akım toplama plakalarını çevreleyen alana akmasına yardımcı olmak için yakıt hücresini hafifçe eğin.
6. Su, silindirlerin içindeki borulara taşmaya başlayana kadar su ilave etmeye devam edin.
7. Stoperleri tekrar silindirlerin üzerine koyun. Silindirin içinde hava sıkışıp kalmamalıdır.



İPUCU

0.5 mL kadar küçük bir hava baloncuğu, sorun yaratmaz ve göz ardı edilebilir.

8. Tersinir yakıt hücresi bir süredir kullanılmıyorsa 20 dakika süreyle beklemeye bırakın; yeni kullanılmışsa sağ tarafını yukarı çevirin.



Şek. 8-3 Solar modül ile yakıt hücresinin bağlanması

Hidrojen üretme

9. Kırmızı ek kablosunun kırmızı banan prizlerini, solar modül (1) ve yakıt hücresinin (3) kırmızı (pozitif) banan priz terminallerine takın.



UYARI

Tersinir yakıt hücresinde kısa devre!

Membrandaki sıcak noktalar, membranın bozulmasına neden olur.

→ Tersinir yakıt hücresine kısa devre yaptırmayın!

- 10.9 işlemini, siyah ek kablosu ve negatif terminaller (2, 4) ile tekrarlayın.

**UYARI****Solar modülün aşırı ısınması!**

Solar hücrelerin arıza yapması veya kalıcı zarar görmesi.

- Sadece maksimum gücü 120 W olan ışık kaynakları kullanın.
- Işık kaynağı ile solar modül arasında 20 cm (8 inç) minimum mesafeyi koruyun.
- Işığı yoğunlaştırmayın.

11. Solar modülü, 20 cm (8 inç) minimum mesafeyi koruyarak ışık kaynağı ile hizalayın.

**DIKKAT****Solar modül ve lamba yüzeyi sıcaktır!**

Cilt yanıkları.

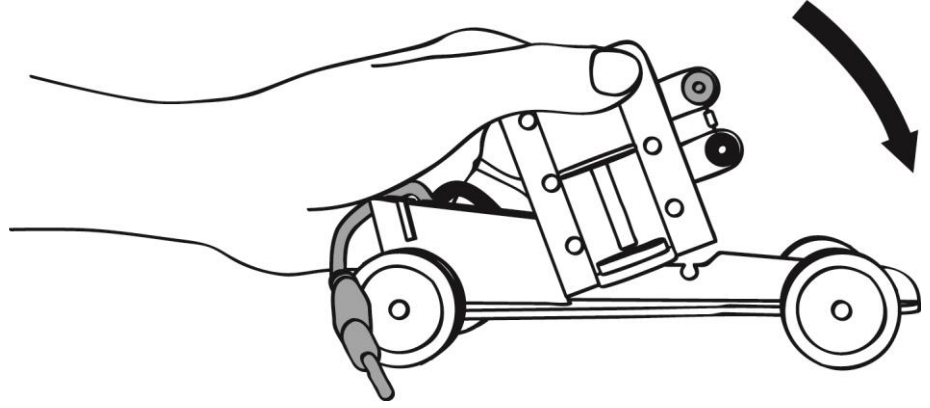
- Solar modül veya lambanın sıcak yüzeyine dokunmayın.
- Dokunmadan önce solar modül / lambanın soğumasını bekleyin.

12. Işığı açın.

Yakıt hücresi, hidrojen üretmeye başlar.

13. Hidrojen depo silindiri, 12 ml'den biraz fazlasına kadar dolduğunda:

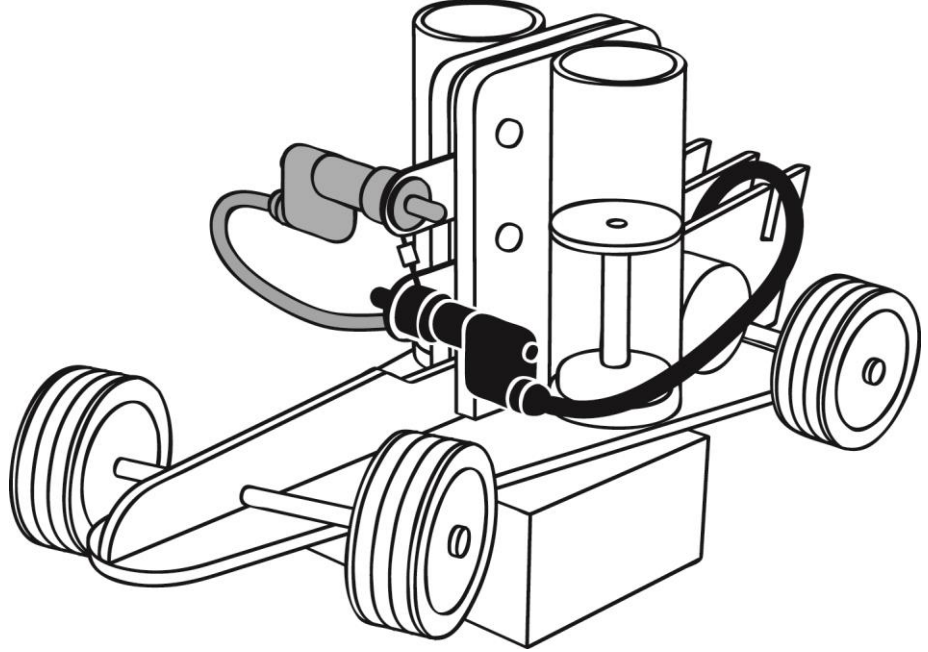
- Işığı kapatın.
- Ek kablolarını tersinir yakıt hücresinden çekin.



Şek. 8-4 Tersinir yakıt hücresinin Model Araç üzerine konulması

Aracın
çalıştırılması

14. Kırmızı ve siyah terminaller, aracın önüne bakacak şekilde tersinir yakıt hücresini, yerine klik sesi ile oturana kadar model araç üzerindeki dişlere itin.



Şek. 8-5 Model Aracın blok üzerine konulması

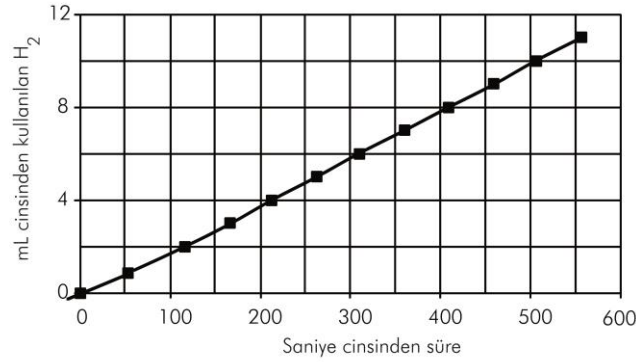
Öğrenci katılımı

15. Tahta bloğu, araç tabanının altına koyun, böylelikle araç tekerlekleri serbestçe dönebilir.
16. Kırmızı (pozitif) banan prizini kırmızı (pozitif) terminale ve siyah (negatif) banan prizini siyah (negatif) terminale bağlayın.
17. Öğrencilere, hidrojen depo silindiri içindeki gaz düzeyini izletin ve gaz düzeyi tam olarak 12 mL'ye ulaştığında kronometreyi çalıştırmalarını (veya zamanı en yakın saniye ile kaydetmelerini) isteyin.
18. Her mililitre tüketildikten sonra süreyi kaydedtirin.
19. Bir öğrenciye, (tahtada bulunan) bir tabloya kayıt aldırın.

Tüketile n hidrojen [mL]	Geçen süre [s] Denem e 1	Geçen süre [s] Denem e 2	Geçen süre [s] Denem e 3	Tüm denemeleri n ortalama geçen süresi
0	0	0	0	0
1	60	60	60	60
2	120	110	120	117
3	170	160	170	167
4	220	210	210	213
5	270	260	260	263
6	320	310	300	310
7	370	360	350	360
8	420	410	400	410
9	470	460	450	460
10	520	510	490	507
11	570	550	550	557
12	–	–	–	–
Tekerlekler durduğund a	580	550	550	560

Tablo 8-3 Hidrojen tüketim örneğin (değerler örnektir ve değişiklik gösterebilir)

20. Motor durana kadar devam edin.
21. Yakıt hücresi ile aracı birbirinden ayırın ve yakıt hücresini solar modüle bağlayarak tekrar hidrojen üretin.
22. Işığı açın.
23. Size mantıklı gelen sayıda tekrarlar hidrojen üretin ve aracı çalıştırın (en az bir kez).
24. Bir öğrenciye, tahtada bir grafik çizdirin ve bu grafikte, tekerleklerin dönme süresinin bir fonksiyonu olarak kullanılan hidrojen hacminin gösterilmesini sağlayın.

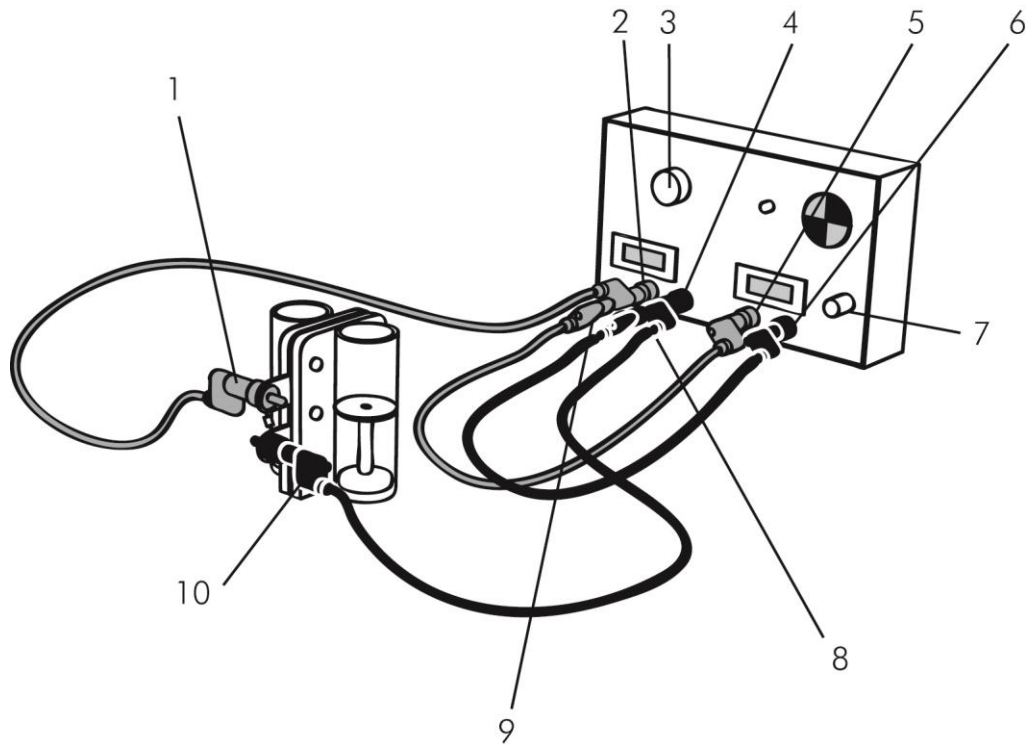


Şek. 8-6 Tekerleklerin dönme süresinin fonksiyonu olarak hidrojen hacmi (değerler örnektir ve değişiklik gösterebilir)

Yakıt hücresi ne kadar güç verebilir

Zamanınız kalmadıysa veya farklı şekilde devam etmek istiyorsanız bu noktada araştırmayı durdurabilirsiniz. Bununla birlikte bir yakıt hücresinin ne kadar güç verebileceği araştırmaya geçebilirsiniz:


1. Tersinir yakıt hücresini damıtılmış suyla doldurun (gerekirse) ve hidrojen üretin, bakınız adım 2.-13. sayfa 97-98.



Şek. 8-7 Tersinir yakıt hücresi ve yük ölçüm kutusunun bağlanması

2. *LOAD* topuzunu (3) *OPEN*'a getirin.
3. Tersinir yakıt hücresinin (1) kırmızı (pozitif) terminalini, yük ölçüm kutusunda (2) ampermetrenin kırmızı (pozitif) terminaline bağlayın.
4. Tersinir yakıt hücresinin (10) siyah (negatif) terminalini, yük ölçüm kutusunda (4) ampermetrenin siyah (negatif) terminaline bağlayın.
5. Yük ölçüm kutusunda (9) ampermetrenin kırmızı (pozitif) terminalini, yük ölçüm kutusunda voltmetrenin (5) kırmızı (pozitif) terminaline bağlayın.
6. Yük ölçüm kutusunda (8) ampermetrenin siyah (negatif) terminalini, yük ölçüm kutusunda (6) voltmetrenin siyah (negatif) terminaline bağlayın.
7. *ON / OFF* butonuna basın (7).
8. *LOAD* topuzunu (3) 10 Ω 'a ayarlayın.
9. Akım ve voltajı birkaç saniye süreyle gözlemleyin.

Akım ve voltajı
ölçme

 İPUCU
<p>Voltajın, 1.23 V'nin üzerinde bir değerde başladığını (teori, bunun bir hidrojen oksijen yakıt hücresinin maksimum olası voltajı olduğunu söyler) ve sonra yavaş yavaş düştüğünü görebilirsiniz. Bunun nedeni, elektroliz sonrasında katalizör üzerinde kalan yüzey tabakalarıdır.</p>

Öğrenci katılımı

10. Akım ve voltaj sabitlenmiş görüldüğünde, öğrencilerinizden bunları aşağıdaki tabloya yazmalarını isteyin (aşağıda tipik sonuçlar verilmiştir).

Yük [Ω]	Akım [A]	Voltaj [V]	Güç [W] (hesaplanan)
10	0.080	0.840	0.067
5	0.145	0.780	0.113
3	0.237	0.750	0.178
1	0.497	0.640	0.318

Tablo 8-4 Yakıt hücresinin tipik güç çıktı sonuçları (değerler örnektir ve değişiklik gösterebilir)

11. Yük ayarını 5 Ω , 3 Ω ve sonra 1 Ω 'a getirin ve her noktada öğrencilere, akım ve voltajı kaydettirin.
12. Öğrencilere, yakıt hüresinin g çıktısını hesaplatın.
13. Yük lm kutusu bağlantısını kesin ve kapatın.
14. Ekipmanı skn ve bir kenara koyun.

8.2.2.4 Sessiz alışma

Öğrenciler, *SORULAR – ğRENCILER* sayfa 115'deki sorulara sessiz çalışmada veya karşılıklı çalışmada yanıt vermeye teşvik edilebilir. Bu, ğrencilerin yeterliliklerine ve didaktik yaklaşıma bağlıdır.

8.2.2.5 Ev devi

Öğrencileriniz, *SORULAR – ğRENCILER* sayfa 115'da sunulan soruları yanıtlamak için öğretmenin yardımına ihtiyaç duymuyorsa bu sorular, ev devi olarak da verilebilir.

8.2.3 Sorular ve Yanıtlar

1. Her bir mL gaz için tekerleklerin döndüğü süreyi ölçmeye başladığımız her seferde hidrojen gazı silindirin aynı miktarda doldurulması neden önemlidir?

Kullanılan her bir mL hidrojen gazı için tekerleklerin dönme süresini karşılaştırmak istiyorsak her seferinde aynı miktarda hidrojen ile zamanı tutmaya başlamamız önemlidir.

2. Tekerlekler döndükçe hidrojen depo silindirindeki gaz düzeyine ne olur? Bu neden böyle olur?

Hidrojen depo silindiri içindeki gazın hacmi azalır, çünkü tekerlekler döndükçe elektrik motoruna güç vermek için elektrik kullanılır ve bu elektrik, su oluşturmak ve elektrik üretmek amacıyla oksijen gazı ile birleşen hidrojen gazından gelir.

3. Solar modül ile üretilen elektrik ile elektrik motoruna güç verebilir misiniz? Elektrik motoruna direkt olarak bağlanan bir solar modül yerine hidrojen yakıtı ile bir araca güç verilmesinin avantajı nedir?

Evet, solar modül ile üretilen elektrik ile elektrik motoruna güç verebileceğimizi düşünüyorum. Bir araca, solar modül yerine hidrojen yakıtı ile güç verilmesi, solar modülün çalışması için yeterince ışık olmadığı karanlıkta bile aracı sürebilmeniz anlamına gelir.

4. Hidrojen testinde olduğu gibi hidrojeni yakıp patlatmak yerine bu şekilde oksijenle birleştirmenin ne gibi bir avantajı vardır?

Hidrojeni yakıp patlatmak yerine bu şekilde oksijenle birleştirilmesinin avantajı, böylelikle elektrik formunda çok daha kontrollü bir enerji üretilmesidir. Bu elektrik, açılıp kapatılabilir, böylelikle bir seferde çok az miktarda kullanılabilir. Patlama durumunda çok miktarda enerji, ısı formunda serbest bırakılır ve araca güç vermek için kolayca kullanılamaz.

5. 20 mL hidrojen gazı için tekerleklerin ne kadar süreyle döneceğini tahmin edin. Grafiğinize bakın ve bir yanıt üretin.

[tek tek sonuçlar değişiklik gösterecektir]

Tekerlekler, 10 mL hidrojen için 507 saniye döndüğünden 20 mL hidrojen için 507 saniyenin iki katı (1014 saniye veya 17 dakika) döneceğini tahmin

ediyorum. Hidrojen tüketimi ile tekerlek dönmesi arasındaki ilişki, lineerdir.

6. Bu araştırmanın başındaki sorunun yanıtı nedir? Elektrik üretmek için depolanmış hidrojen kullanabilir miyiz? Açıklayın.

Evet, elektrik üretmek için depolanmış hidrojen kullanabiliriz. Yakıt hücresinin elektrik enerjisi üretirken hidrojen kullandığını gördük.

7. Direnci 10'dan 1 Ω 'a indirdiğinizde bu akımı nasıl etkiledi? Voltaj ne oldu? Yakıt hücresinden belirlediğiniz maksimum güç çıktısı nedir?

[tek tek sonuçlar değişiklik gösterecektir]

Direnci azalttığınızda akım arttı, ancak voltaj azaldı. Ölçtüğüm maksimum güç, 1 Ω rezistör ile 0.318 watt'tı.

8. Belirlediğiniz akım ve voltaj bağımlılığı, piller için de geçerlidir. Yakıt hücresinin bir pil olduğunu söyleyebilir miyiz? Lütfen bunu tartışın.

Evet, yakıt hücresinin bir pil olduğunu söyleyebiliriz, çünkü bir kimyasal reaksiyondan elektrik üretir ve bir eksi kutuplu anoda ve bir artı kutuplu katoda sahip iki yarım hücreye ayrılır.

Piller de benzer bir davranış sergiler. Akımın artması ile azalan, yüksüz bir voltajları vardır. Öneğin bir NiCd pil için yüksüz voltaj, 1.2 volt'tur.

8.3 Öğrenci Bölümü

Bu araştırmada hidrojeni yakıt olarak kullanıp kullanamayacağınızı inceleyeceksiniz.

8.3.1 Elektrik Üretmek için Depolanmış Hidrojen Kullanabilir miyiz?

Güvenlik

→ Deney yaparken gözlük takın.



DIKKAT

Hidrojenin ateş alması!

Cilt yanıkları ve yakıt hücresinin zarar görmesi.

- Ateş olmamalı.
- Sigara içmeyin.
- İyi havalandırılmış çalışma yeri.



DIKKAT

Tersinir yakıt hücresinde aşırı basınç

Gaz depo silindirlerinin taşma bölmelerinin üstü tıkanıp objelerin dışarı atılmasına bağlı yaralanmalar.

- Gaz depo silindirlerinin taşma bölmelerinin tepesini bloke etmeyin.
- Her zaman göz koruması kullanın.

✓ Gözlük veya göz koruması

✓ Solar modül veya el jeneratörü

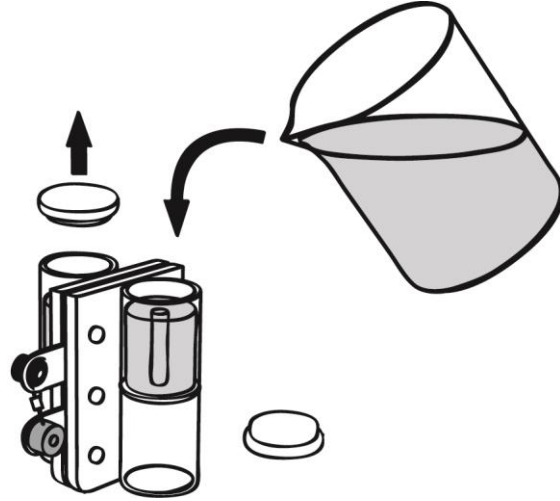


İPUCU

Solar modüle alternatif olarak öğretmeniniz, elektrik enerjisi kaynağı olarak el jeneratörü kullanmanızı isteyebilir (bakınız Kullanma Kılavuzu).

- ✓ 2 veya 4 ek kablosu
- ✓ Tersinir yakıt hücresi
- ✓ Motorlu araç
- ✓ Yük ölçüm kutusu
- ✓ Damıtılmış su
- ✓ 100–120 watt PAR lamba veya dengi bir ışık kaynağı
- ✓ Tahta blok veya araç için başka bir destek
- ✓ Saniye ibreli veya kronometre özellikli saat

1. Gözlüklerinizi takın.
2. Yakıt hücresini yassı bir yüzey üzerine baş aşağı (sayılar aşağı bakacak şekilde) koyun.
3. Stoperleri çıkarın.



Şek. 8-8 Tersinir yakıt hücresinin damıtılmış suyla doldurulması



UYARI

Sadece damıtılmış su kullanın!

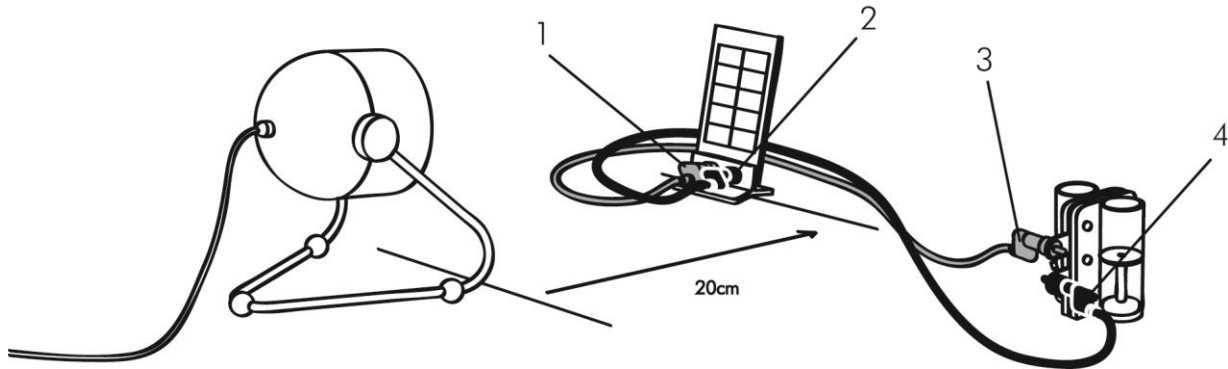
Musluk suyu ve diğer sıvılar, tersinir yakıt hücresinin membranına kalıcı zarar verir.

4. Damıtılmış suyu her iki depo silindirinin içine, su, silindirlerin ortasındaki küçük boruların tepesine çıkana kadar dökün.

5. Suyun, membranı ve metal akım toplama plakalarını çevreleyen alana akmasına yardımcı olmak için yakıt hücresini hafifçe eğin.
6. Su, silindirlerin içindeki borulara taşmaya başlayana kadar su ilave etmeye devam edin.
7. Stoperleri tekrar silindirlerin üzerine koyun. Silindirin içinde hava sıkışıp kalmamalıdır.

!	İPUCU
	0.5 mL kadar küçük bir hava baloncuğu, sorun yaratmaz ve göz ardı edilebilir.

8. Tersinir yakıt hücresinin sağ tarafını yukarı çevirin.



Şek. 8-9 Solar modül ile yakıt hücresinin bağlanması

9. Kırmızı ek kablusunun kırmızı banan prizlerini, solar modül (1) ve yakıt hücresinin (3) kırmızı (pozitif) banan priz terminallerine takın.

!	UYARI
	Tersinir yakıt hücresinde kısa devre!
	Membrandaki sıcak noktalar, membranın bozulmasına neden olur.
	➔ Tersinir yakıt hücresine kısa devre yaptırmayın!

10. İşlem 9'u, siyah ek kablosu ve negatif terminaller (2, 4) ile tekrarlayın.



UYARI

Solar modülün aşırı ısınması!

Solar hücrelerin arıza yapması veya kalıcı zarar görmesi.

- Sadece maksimum gücü 120 W olan ışık kaynakları kullanın.
- Işık kaynağı ile solar modül arasında 20 cm (8 inç) minimum mesafeyi koruyun.
- Işığı yoğunlaştırmayın.

11. Solar modülü, 20 cm (8 inç) minimum mesafeyi koruyarak ışık kaynağı ile hizalayın.



DIKKAT

Solar modül ve lamba yüzeyi sıcaktır!

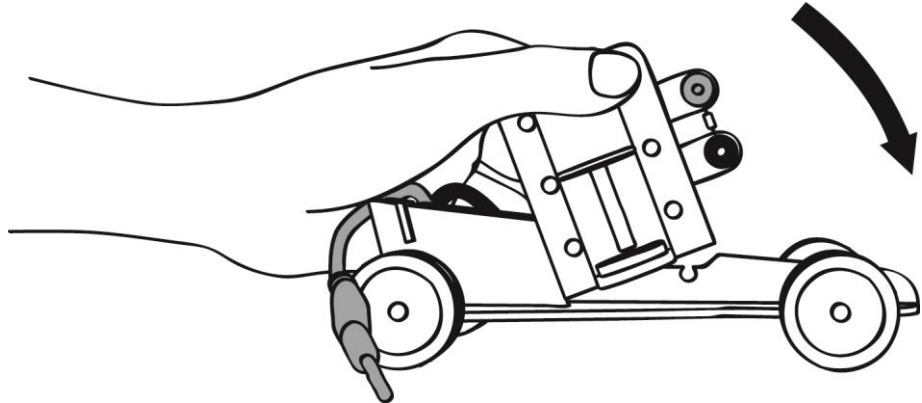
Cilt yanıkları.

- Solar modül veya lambanın sıcak yüzeyine dokunmayın.
- Dokunmadan önce solar modül / lambanın soğumasını bekleyin.

12. Işığı açın.

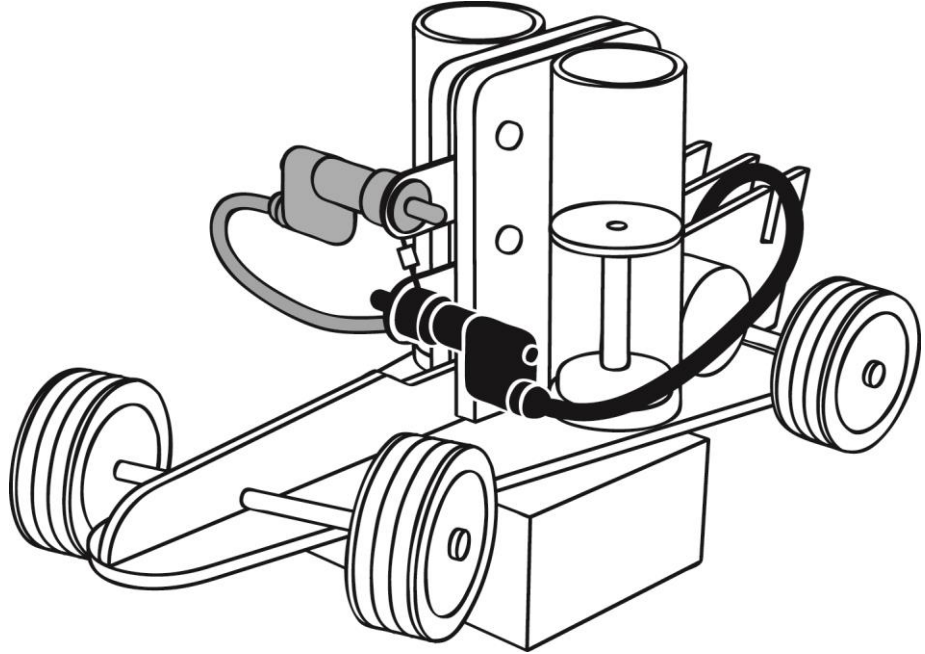
13. Hidrojen depo silindiri, 12ml'den biraz fazlasına kadar dolduğunda:

- Işığı kapatın.
- Ek kablolarını tersinir yakıt hücresinden çekin.



Şek. 8-10 Tersinir yakıt hücresinin Model Araç üzerine konulması

14. Kırmızı ve siyah terminaller, aracın önüne bakacak şekilde tersinir yakıt hücresini, yerine klik sesi ile oturana kadar model araç üzerindeki dişlere itin.



Şek. 8-11 Blok üzerinde araç

15. Tahta bloğu, araç tabanının altına koyun, böylelikle aracınızın tekerlekleri serbestçe dönebilir.
16. Kırmızı (pozitif) banan prizini kırmızı (pozitif) terminale ve siyah (negatif) banan prizini siyah (negatif) terminale bağlayın.
17. Hidrojen depo silindiri içindeki gaz düzeyini izleyin ve gaz düzeyi tam olarak 12 mL'ye ulaştığında kronometreyi çalıştırın (veya zamanı en yakın saniye ile kaydedin).
18. Her mililitre tüketildikten sonra süreyi kaydedin ve kayıtları aşağıdaki tabloya girin.

Tüketile n hidrojen [mL]	Geçen süre [s] Denem e 1	Geçen süre [s] Denem e 2	Geçen süre [s] Denem e 3	Tüm denemeleri n ortalama geçen süresi [s]
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
Tekerlekler durduğund a				

Tablo 8-5Hidrojen hacmi ve aracın gittiği süre

19.Motor durana kadar devam edin.

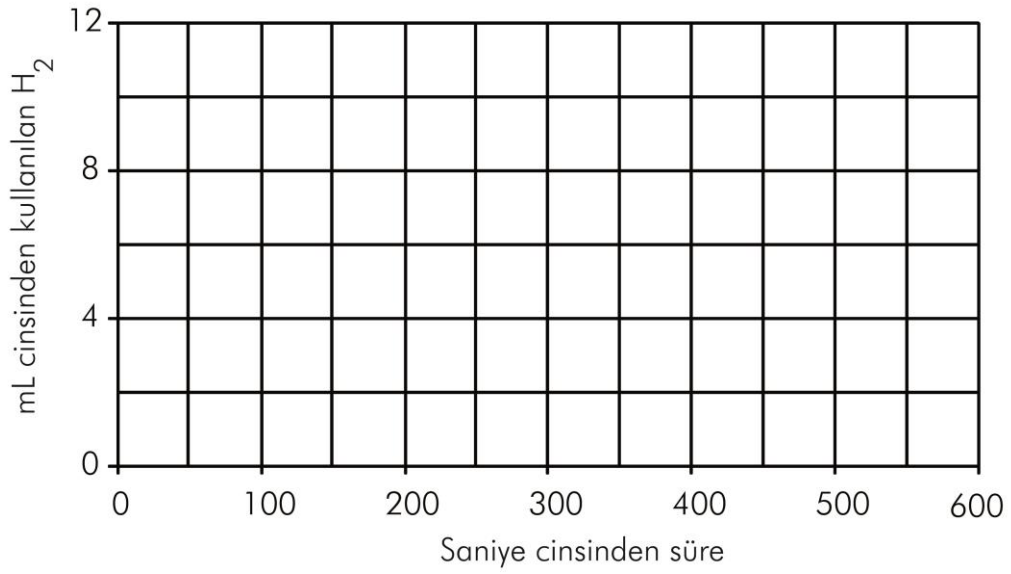
20.Yakıt hücresi ile aracı birbirinden ayırın ve yakıt hücresini solar modüle bağlayın.

Tekrar hidrojen üretmek için:

21.İşığı açın.

22.Size mantıklı gelen sayıda tekrarlar hidrojen üretin ve aracı çalıştırın (en az bir kez).

23.Aşağıdaki şema üzerinde bir grafik çizin ve bu grafikte, tekerleklerin dönme süresinin bir fonksiyonu olarak kullanılan hidrojen hacminin gösterin.

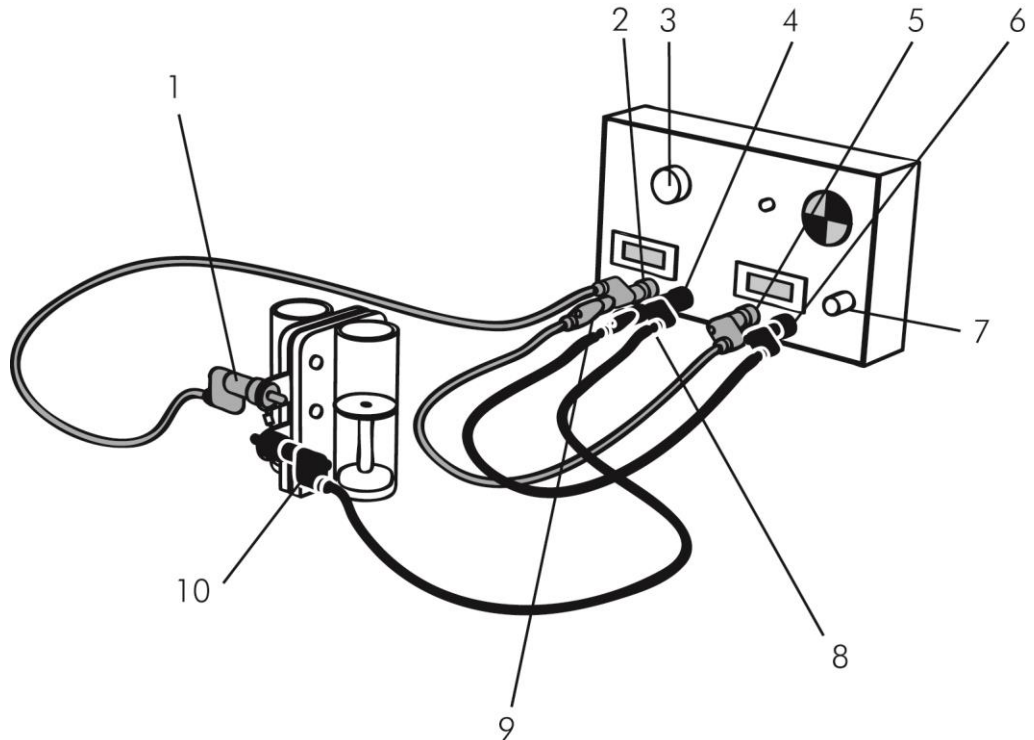


Şek. 8-12 Tekerleklerin dönme süresinin fonksiyonu olarak hidrojen hacmi

Araştırmanın birinci kısmı sona tamamlanmıştır. Devam edip etmeyeceğinizi öğretmeninize sorun.

Bir yakıt hücresi
ne kadar güç verebilir

1. Tersinir yakıt hücresini damıtılmış suyla doldurun (gerekirse) ve hidrojen üretin, bakınız adım 2.-13. sayfa 108-110.



Şek. 8-13 Tersinir yakıt hücresi ve yük ölçüm kutusunun bağlanması

2. *LOAD* topuzunu (3) *OPEN*'a getirin.
3. Tersinir yakıt hücresinin (1) kırmızı (pozitif) terminalini, yük ölçüm kutusunda (2) ampermetrenin kırmızı (pozitif) terminaline bağlayın.
4. Tersinir yakıt hücresinin (10) siyah (negatif) terminalini, yük ölçüm kutusunda (4) ampermetrenin siyah (negatif) terminaline bağlayın.
5. Yük ölçüm kutusunda (9) ampermetrenin kırmızı (pozitif) terminalini, yük ölçüm kutusunda voltmetrenin (5) kırmızı (pozitif) terminaline bağlayın.
6. Yük ölçüm kutusunda (8) ampermetrenin siyah (negatif) terminalini, yük ölçüm kutusunda (6) voltmetrenin siyah (negatif) terminaline bağlayın.
7. *ON / OFF* butonuna basın (7).
8. *LOAD* topuzunu (3) $10\ \Omega$ 'a ayarlayın.



İPUCU

Voltaajın, 1.23 V'nin üzerinde bir değerde başladığını (teori, bunun bir hidrojen oksijen yakıt hücresinin maksimum olası voltaajı olduğunu söyler) ve sonra yavaş yavaş düştüğünü görebilirsiniz. Bunun nedeni, elektroliz sonrasında katalizör üzerinde kalan yüzey tabakalarıdır.

9. Akım ve voltaaj sabitlemiş görüldüğünde, bunları aşağıdaki tabloya yazın.

Yük [Ω]	Akım [A]	Voltaaj [V]	Güç [W]
10			
5			
3			
1			

Tablo 8-6Yakıt hücresinin güç çıktısının belirlenmesi

- 10.Yük ayarını $5\ \Omega$, $3\ \Omega$ ve sonra $1\ \Omega$ 'a getirin ve her noktada akım ve voltaajı kaydedin.
- 11.Yakıt hücresinin güç çıktısını hesaplayın.

12. Yük lm kutusu bağlantısını kesin ve kapatın.
13. Ekipmanı skn, kenara koyun, gözlüklerinizi çıkarın ve dikkatle iade edin.

8.3.2 Sorular – ğrenciler

Soruya yanıt vermek için yeni bir kağıt kullanın.

1. Her bir mL gaz için tekerleklerin döndüğü süreyi ölçmeye bağladığımız her seferde hidrojen gazı silindirinin aynı miktarda doldurulması neden önemlidir?
2. Tekerlekler döndükçe hidrojen depo silindirindeki gaz düzeyine ne olur? Bu neden böyle olur?
3. Solar modül ile üretilen elektrik ile elektrik motoruna g verebilir misiniz? Elektrik motoruna direkt olarak bağlanan bir solar modül yerine hidrojen yakıtı ile bir araca g verilmesinin avantajı nedir?
4. Hidrojen testinde olduğu gibi hidrojeni yakıp patlatmak yerine bu şekilde oksijenle birleştirmenin ne gibi bir avantajı vardır?
5. 20 mL hidrojen gazı için tekerleklerin ne kadar süreyle döneceğini tahmin edin. Grafiğinize bakın ve bir yanıt retil.
6. Bu araştırmanın başındaki sorunun yanıtı nedir? Elektrik üretmek için depolanmış hidrojen kullanabilir miyiz? Açıklayın.
7. Direnci 10'dan 1 Ω 'a indirdiğinizde bu akımı nasıl etkiledi? Voltaj ne oldu? Yakıt hücresinden belirlediğiniz maksimum güç çıktısı nedir?
8. Belirlediğiniz akım ve voltaj bağımlılığı, piller için de geçerlidir. Yakıt hücresinin bir pil olduğunu söyleyebilir miyiz? Lütfen bunu tartışın.