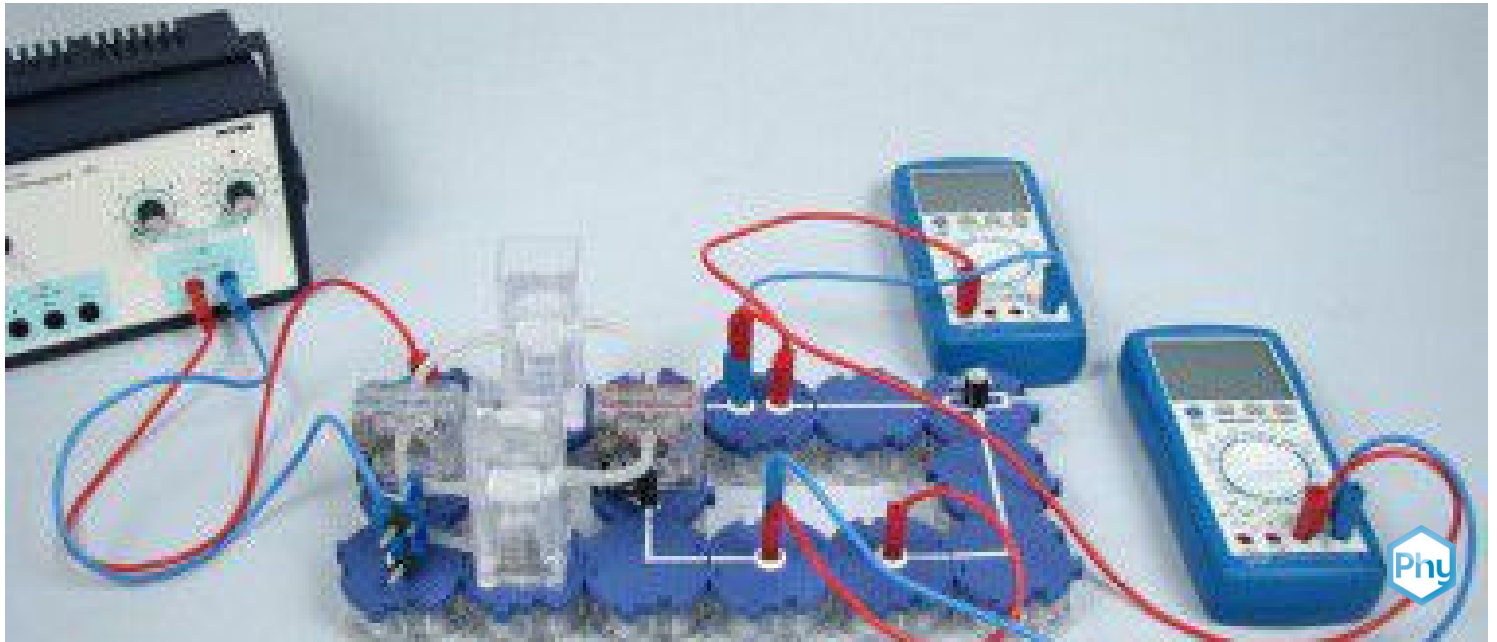


Der Wirkungsgrad einer Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage



Physik

Energie

Erneuerbare Energien: Wasser



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/600c910aea99f700033294c5>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Die Nutzung von Wasserstoff und Sauerstoff als Energiespeicher ist nur dann sinnvoll, wenn das Speichern der Energie mit möglichst geringen Verlusten funktioniert. Die Verwendung von Wasserstoff hat den Vorteil, dass die Energie, die für die Erzeugung benötigt wird, nicht aus fossilen Brennstoffen stammen muss, sondern auch aus erneuerbaren Energien kommen kann. Die Herstellung wäre somit klimaneutral. Die elektrische Energie kann in Form von Wasserstoff zwischengespeichert werden, wenn sie im Stromnetz nicht benötigt wird, und später wieder in elektrische Energie umgewandelt werden. In der technischen Anwendung wird häufig, besonders bei mobilen Geräten, darauf verzichtet, auch den Sauerstoff zu speichern.

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Als Vorwissen sollten den Schüler die chemische Zusammensetzung von Wasser kennen und mit der chemischen Reaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff vertraut sein.

Prinzip



In diesem Versuch wird der Wirkungsgrad der Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage und somit der Gesamtwirkungsgrad von der Erzeugung bis zum Verbrauch von Wasserstoff und Sauerstoff untersucht.

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollten den Wirkungsgrad der PEM-Brennstoffzellenanlage nachvollziehen können.

Aufgaben



1. Untersuche den Wirkungsgrad der Brennstoffzellenanlage

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE

Reaktionen zwischen Wasserstoff und Sauerstoff haben viele Anwendungen in der Energiespeicherung. Zur genauen Nutzung muss den Wirkungsgrad der Brennstoffzellenanlage bekannt sein.



Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	2
2	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
3	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	2
4	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-04	1
5	Leitungs-Baustein, winklig, SB	05601-02	3
6	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, SB	05601-10	4
7	Leitungs-Baustein, unterbrochen mit Buchsen, SB	05601-04	1
8	Leitungs-Baustein, gerade, SB	05601-01	2
9	Becherglas, Boro, niedrige Form, 400 ml	46055-00	1
10	Digitale Stoppuhr, 24 h, 1/100 s und 1 s	24025-00	1
11	Gasspeicher, SB	05666-00	2
12	PEM Elektrolyseur, SB	05665-00	1
13	PEM Brennstoffzelle mit Luftoption, SB	05664-00	1
14	Potentiometer 250 Ohm, SB	05623-25	1
15	PHYWE Digitalmultimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 M Ω , 200 μ F, 20 kHz, -20°C...760°C	07122-00	2
16	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

Sicherheitsinformation

PHYWE



H: 220 / 270

P: 210 / 220

Sauerstoff ist ein farb-, geruch- und geschmackloses brandförderndes Gas. Feuergefahr bei der Berührung mit brennbaren Stoffen.

Wasserstoff ist ein farb-, geruch- und geschmackloses brennbares Gas, das mit Luft leicht explosionsgefährliche Gemische bildet. Bei Versuchen, in denen mit Wasserstoff gearbeitet wird, müssen alle Zündquellen vorher entfernt werden.

Schutzbrille tragen.

Aufbau (1/6)

PHYWE

Stecke die beiden Leitungsbausteine mit Anschlussbuchse, sowie die zwei Gasspeicher und den blau gekennzeichneten PEM-Elektrolyseur wie in Abb. 1 zusammen.



Abb. 1

Aufbau (2/6)

Bringe an das noch freie Ende an jedem Gasspeicher ebenfalls einen Schlauch an und klemme ihn mit je einer Schlauklemme ab (Abb. 2).

Baue den Stromkreis für die Brennstoffzelle, das Potentiometer und die Leitungsbausteine wie in Abb. 3 zusammen.

Verbinde nun beide Bauelemente.

Kontrolliere die Pole der einzelnen Bausteine. Links der Brennstoffzelle und des Elektrolyseurs müssen die gleichen Pole sein, genauso wie Rechts.

Drehe die Brennstoffzelle gegebenenfalls um.



Abb. 2

Aufbau (2/6)

PHYWE

Bringe an das noch freie Ende an jedem Gasspeicher ebenfalls einen Schlauch an und klemme ihn mit je einer Schlauklemme ab (Abb. 2).

Baue den Stromkreis für die Brennstoffzelle, das Potentiometer und die Leitungsbausteine wie in Abb. 3 zusammen.

Verbinde nun beide Bauelemente.

Kontrolliere die Pole der einzelnen Bausteine. Links der Brennstoffzelle und des Elektrolyseurs müssen die gleichen Pole sein, genauso wie Rechts.

Drehe die Brennstoffzelle gegebenenfalls um.



Abb. 2

Aufbau (3/6)

PHYWE

Lass dir etwa 150 ml destilliertes Wasser in dein 400-ml-Becherglas füllen. Fülle damit beide Gasspeicher von oben bis zur unteren Markierung (Abb. 4).

Achtung: Ausschließlich destilliertes Wasser verwenden.

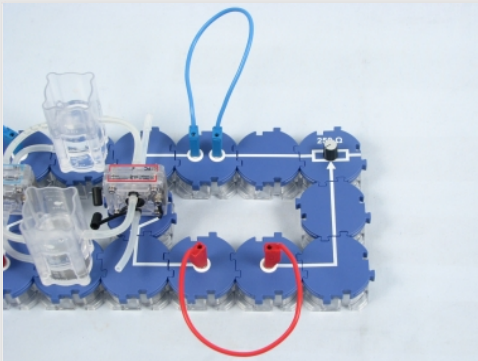


Abb. 3



Abb. 4

Aufbau (4/6)

PHYWE

Öffne die Schlauchklemmen, damit das Wasser nach unten in den Speicher fließt. Dabei soll das freie Schlauchende leicht in die Höhe gehalten werden um Verschütten von Wasser zu vermeiden (Abb. 5).

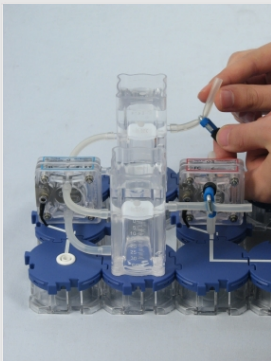


Abb. 5

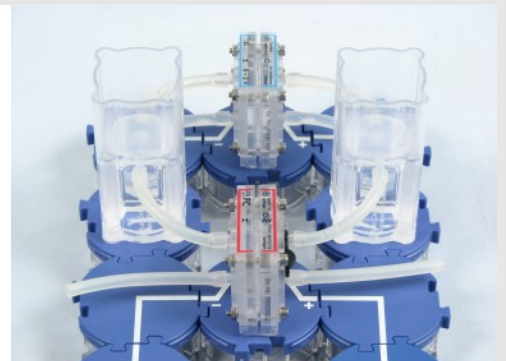


Abb. 6

Aufbau (5/6)

PHYWE

Entferne die Schlauchklemmen und schließe die freien Schlauchenden an die Brennstoffzelle an (Abb. 6).

Die zwei zusätzlichen Schläuche sollen verhindern, dass eventuell austretendes Wasser zu den Kontakten gelangt.

Schließe die Leitungsbausteine mit Anschlussbuchse entsprechend der Polung am Elektrolyseur (Abb. 7) an die Gleichspannungsbuchsen des Netzgerätes.



Abb.7

Aufbau (6/6)

PHYWE

Ein Amperemeter wird wie in Abb. 8 in den Stromkreis eingebunden. Parallel zur Spannungsquelle wird ein Voltmeter geschaltet (Abb. 9). Stelle das Voltmeter auf den Messbereich 20 V- und das Amperemeter auf 20 A-. Das Netzteil ist ausgeschaltet.



Abb. 8

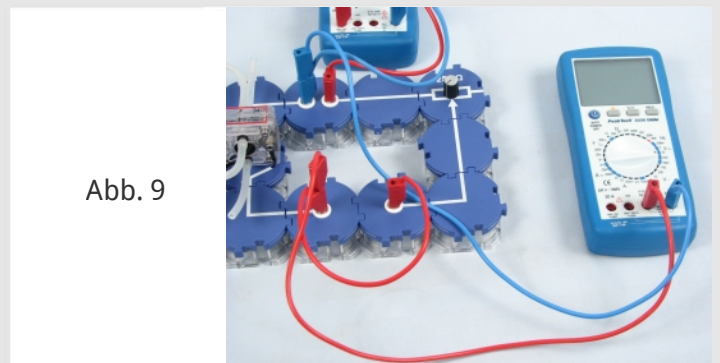


Abb. 9

Durchführung (1/4)

PHYWE

Stelle die Spannung U auf 2 V und drehe den Stellknopf für die Stromstärke ganz nach rechts auf 2 A.

Schalte das Netzgerät ein.

Lasse den Elektrolyseur etwa drei Minuten arbeiten, damit die im System verbliebene Luft durch die Brennstoffzelle entweichen kann.

Entferne den Schlauch an der unteren Öffnung der PEM Brennstoffzelle und verschließe ihn mit dem Verschlussstopfen, damit kein weiteres Gas entweichen kann (Abb. 10).



Abb. 10

Durchführung (2/4)

PHYWE

Starte die Stoppuhr, wenn das Gasvolumen im Wasserstoff-Gasspeicher 10 cm³ beträgt und notiere Stromstärke und Spannung in Tabelle 1. Notiere außerdem den Zeitpunkt in Tabelle 1, wenn das Gasvolumen 25 cm³ erreicht. Schalte das Netzgerät aus, wenn das Gasvolumen im Wasserstoff-Gasspeicher etwa 30 cm³ erreicht. Verschließe die Schläuche vom Elektrolyseur zum Wasserstoff-Gasspeicher mit den Schlauchklemmen (Abb. 11).

Verändere den Aufbau so, dass du die Stromstärke I (Abb. 12) und die Spannung U (Abb. 13) an der Brennstoffzelle messen kannst. Drehe den Stellknopf am Potentiometer für den Widerstand so, dass die Spannung U etwa 0,35 V beträgt.



Abb. 11

Durchführung (3/4)

PHYWE

Warte, bis das Gasvolumen im Wasserstoff-Gasspeicher 25 cm³ beträgt und starte die Stoppuhr. Lies die Spannung U und die Stromstärke I der Brennstoffzelle ab und trage sie in Tabelle 1 ein, bis das Gasvolumen noch 10 cm³ beträgt. Verschließe nach Beenden der Messung die Brennstoffzelle mit dem vorher entfernten Schlauch.



Abb. 12



Abb. 13

Durchführung (4/4)

PHYWE

Entleerung des Gasspeichers:

Entferne die Kabel bei ausgeschaltetem Netzgerät, sowie die Leitungsbausteine. Vergewissere dich, dass die Schlauchklemmen geschlossen sind und fasse mit je einer Hand je einen Gasspeicher. Der Elektrolyseur wird nicht entfernt. Hebe einen der beiden Gasspeicher über das Becherglas und kippe den Inhalt über eine Ecke aus (Abb. 14).

Verfahre mit dem zweiten Gasspeicher genauso.

Abb. 14



PHYWE



Protokoll

Beobachtungen

PHYWE

Notiere Deine Messwerte in der Tabelle. Berechne anschließend jeweils die zugehörigen Werte für Leistung und Energie.

Gerät	U [V]	I [A]	P [W]	t [s]	E [Ws]
Elektrolyseur	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Brennstoffzelle	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Auswertung (1/3)

PHYWE

Berechne den Wirkungsgrad η_{Gesamt} der Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage.

$$\eta_{\text{Gesamt}} = \frac{E_{\text{Brennstoffzelle}}}{E_{\text{Elektrolyseur}}}$$

$\eta_{\text{Gesamt}} =$ %

Auswertung (2/3)

PHYWE

Der Wirkungsgrad vom Erdöl über Benzin zum normalen Verbrennungsmotor beträgt etwa 20 %.
Vergleiche den errechneten Wert des Wirkungsgrades der Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage mit der des Erdöls.

Auswertung (3/3)

PHYWE

In naher Zukunft werden durch den Verbrauch der fossilen Brennstoffe die Rohstoffpreise für Öl ansteigen. Welchen Vorteil bietet die Benutzung der Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage?

Der [], im Fall der Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage Wasserstoff und [], kann mithilfe des Elektrolyseurs, im Gegensatz zum herkömmlichen [], aus erneuerbaren Energien gewonnen werden. Bei einer [] des Öls ist somit die Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage im Vorteil, da sie unabhängig von [] arbeiten kann.

Verbrennungsmotor

Energiespeicher

Sauerstoff

Verteuerung

Öl

☒ Check