

# Faraday y eficiencia energética de un electrolizador PEM



Física

Energía

Energías renovables: Agua



Nivel de dificultad

fácil



Tamaño del grupo

1



Tiempo de preparación

10 minutos



Tiempo de ejecución

10 minutos

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/61537abe1291b2000336d32b>

PHYWE



# Información para el profesor

## Aplicación

PHYWE



Montaje del experimento

La eficiencia del electrolizador es un indicador de la eficiencia de la conversión de energía. Se distinguen dos eficiencias diferentes, la energética y la de Faraday. Cuando se desarrollan nuevas tecnologías, es importante que la tecnología también sea económicamente viable. Si la eficiencia es demasiado baja, no resulta beneficioso introducir nuevas tecnologías.

## Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE



### Conocimiento

previo

Como conocimientos previos, los alumnos deben conocer la composición química del agua y estar familiarizados con la reacción química entre el hidrógeno y el oxígeno.



### Principio

En este experimento se investigan diferentes eficiencias del electrolizador.

## Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



### Objetivo

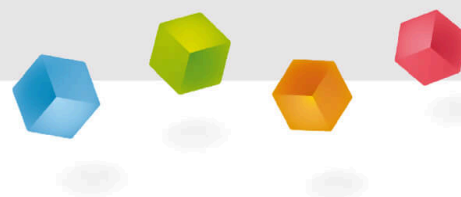
Los estudiantes deben ser capaces de entender los electrolizadores PEM.



### Tareas

1. Investigar la eficiencia del electrolizador.

PHYWE



# Información para el estudiante

## Motivación

PHYWE

Las reacciones entre el hidrógeno y el oxígeno tienen muchas aplicaciones en el almacenamiento de energía. Para utilizarla con precisión, es necesario conocer la eficiencia de la pila de combustible.



## Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Cable de conexión, 32 A, 500 mm, rojo	07361-01	2
2	Cable de conexión, 32 A, 250 mm, azul	07360-04	2
3	Cable de conexión, 32 A, 500 mm, azul	07361-04	1
4	Adaptador, módulo SB	05601-10	2
5	V.D.PRECIP.,BAJO,BORO 3.3,400ml	46055-00	1
6	CRONOMETRO DIGITAL, 24 h, 1/100 s y 1 s	24025-00	1
7	Termómetro de laboratorio, -10...+110 °C	38056-00	1
8	Almacenaje de gas, SB	05666-00	2
9	Electrolizador PEM, SB	05665-00	1
10	Multímetro digital, 3 1/2-visualizado de caracteres	07122-00	2
11	PHYWE Fuente de poder DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

## Información de seguridad

PHYWE



H: 220 / 270



P: 210 / 220

El oxígeno es un gas oxidante incoloro, inodoro e insípido. Peligro de incendio en contacto con sustancias inflamables.

El hidrógeno es un gas inflamable incoloro, inodoro e insípido que forma fácilmente mezclas explosivas con el aire. En los experimentos con hidrógeno, deben eliminarse previamente todas las fuentes de ignición.



Utilizar gafas de protección.

## Montaje (1/5)

PHYWE

Enchufar los dos módulos de línea con toma de conexión, así como los dos tanques de almacenamiento de gas y el electrolizador PEM marcados en azul, como se muestra en la Fig. 1.



Figura 1

## Montaje (2/5)

PHYWE

Conectar una manguera al extremo libre restante en cada tanque de gas y sujetar cada manguera con una abrazadera (fig. 2).

Llenar el vaso de precipitados de 400 ml con unos 150 ml de agua destilada. Llenar ambos depósitos de gas desde la parte superior hasta la marca superior (fig. 3).

### Atención:

Utilizar sólo agua destilada.



Figura 2

## Montaje (3/5)

PHYWE

Abrir las abrazaderas de las mangueras para que el agua fluya hacia el tanque de almacenamiento. El extremo libre de la manguera debe mantenerse ligeramente hacia arriba para evitar que se derrame el agua (fig. 4).



Figura 3



Figura 4

## Montaje (4/5)

PHYWE

Volver a conectar las abrazaderas de la manguera. Conectar los módulos de línea a las salidas para la tensión continua de la fuente de alimentación según la polaridad indicada en el electrolizador PEM, conectando un multímetro para la medición de la corriente (amperímetro) en serie con el electrolizador (fig. 5 y fig. 6).



Figura 5

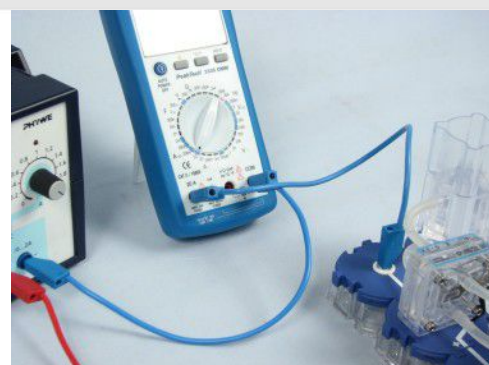


Figura 6

## Montaje (5/5)

PHYWE

Conectar también el multímetro para medir la tensión (voltímetro) en paralelo al electrolizador PEM (fig. 7 y fig. 8). Colocar el amperímetro en el rango de medición 20 A- y el voltímetro en el rango de medición 20 V-. Asegurarse de utilizar la toma de 20 A cuando se conecten los cables al amperímetro.



Figura 7



Figura 8



## Ejecución (1/2)

PHYWE

Girar el botón de ajuste de la tensión de la fuente de alimentación hasta la izquierda.

Conectar la fuente de alimentación y girar el botón de ajuste de corriente hacia la derecha hasta 2 A.

Ajustar la tensión  $U$  a 2 V y dejar que el electrolizador funcione durante aproximadamente un minuto.

Girar el mando de control del amperaje  $I$  a 0 A, y abrir las abrazaderas de la manguera para que el gas producido hasta ese momento pueda salir.

Cerrar las abrazaderas de la manguera. Girar rápidamente el amperaje a 2 A, poner en marcha el cronómetro al mismo tiempo y anotar los valores de tensión y amperaje en la Tabla 1 a  $V = 0 \text{ cm}^3$ .

A intervalos de 5  $\text{cm}^3$  de hidrógeno producido, anotar el tiempo, la tensión y la corriente en la Tabla 1 hasta que el depósito de almacenamiento de gas esté completamente lleno.

Medir también la temperatura ambiente con el termómetro y anótarla en la sección Resultados.

## Ejecución (2/2)

PHYWE

### Vaciar el depósito de gas:

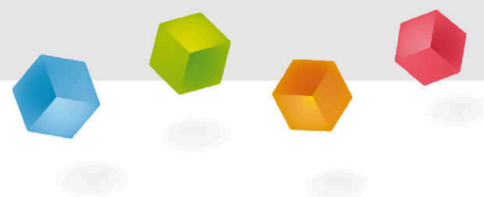
Retirar los cables con la fuente de alimentación desconectada, así como los módulos de línea. Asegurarse de que las abrazaderas de las mangueras están cerradas y sujetar un depósito de gas con cada mano. No retirar el electrolizador. Levantar uno de los dos depósitos de gas sobre el vaso de precipitados y verter el contenido por una esquina (fig. 9).

Hacer lo mismo con el segundo depósito de gasolina.

Figura 9



PHYWE



# Resultados

## Observaciones (1/3)

PHYWE

Observar la temperatura ambiente:  $T_C =$   °C

## Observaciones (2/3)

PHYWE

Introducir las medidas en la tabla.

V [ $m^3$ ]	t [s]	U [V]	I [A]	P [W]
0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
15	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

## Observaciones (3/3)

PHYWE

Introducir las medidas en la tabla.

V [ $m^3$ ]	t [s]	U [V]	I [A]	P [W]
20	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
25	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
30	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

## Resultados (1/6)

PHYWE

Calcular la potencia asociada a los valores medidos en la Tabla 1 e introducirlas en la tabla.

Calcular también la temperatura ambiente en Kelvin:  $T_K \approx T_C + 273 =$   K

## Resultados (2/6)

PHYWE

## Cálculo de la eficiencia energética

La eficiencia energética describe la relación entre la energía realmente utilizable y la energía suministrada. En este caso, la energía utilizable es la energía que puede ser utilizada por el electrolizador para la producción de gas.

Calcular la eficiencia energética como se indica. ¿Qué indica esto?

$$\eta_{\text{energetisch}} = \frac{E_{\text{nutzbar}}}{E_{\text{zugeführt}}} = \frac{E_{\text{Wasserstoff}}}{E_{\text{elektrisch}}} = \frac{V_{\text{H}_2} \cdot H_0}{\bar{P} \cdot t}$$

E = Energie

$\eta$  = Wirkungsgrad

$H_0$  = Brennwert des Wasserstoffs =  $12,745 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$

$V_{\text{H}_2}$  = erzeugtes Wasserstoff – Gasvolumen in  $\text{m}^3$

$\bar{P}$  = mittlere Leistung des Elektrolyseurs

t = Zeit in s

## Resultados (3/6)

PHYWE

¿Por qué la eficiencia energética del electrolizador PEM no es del 100%?

La  real difiere de la  en función del electrodo. Además, se producen pérdidas en la  del  y por la  de los .

electrolizador

gases

resistencia interna

tensión de descomposición

difusión

tensión de descomposición teórica

☒ Verificar

## Resultados (4/6)

PHYWE

## Cálculo de la eficacia de Faraday

La eficiencia de Faraday describe la relación entre la energía suministrada al electrolizador y la cantidad de gas realmente producida.

Aus dem 2. faradayschen Gesetz

$$Q = I \cdot t = n \cdot z \cdot F$$

sowie der allgemeinen Zustandsgleichung für Gase

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

lässt sich folgern :

$$V = \frac{R \cdot I \cdot T \cdot t}{F \cdot p \cdot z}$$

Den faradayschen Wirkungsgrad erhält man durch

$$\eta_{\text{Faraday}} = \frac{V_{\text{H}_2} (\text{errechnet})}{V_{\text{H}_2} (\text{verbraucht})}$$

Hierbei gilt :

Q = elektrische Ladung in C

V = errechnetes Gasvolumen in m<sup>3</sup>

R = universelle Gaskonstante = 8,314  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

I = mittlere Stromstärke in A

T = Umgebungstemperatur in K

t = Zeit in s

F = Faradaykonstante = 96485  $\frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{mol}}$

p = Umgebungsdruck in Pa. Es gilt : 1 Pa = 1  $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Normaldruck : 1,013 · 10<sup>5</sup> Pa

z = Anzahl der benötigten Elektronen, um ein Molekül abzuscheiden (z(H<sub>2</sub>) = 2)

## Resultados (5/6)

PHYWE

Calcular la eficiencia de Faraday

## Resultados (6/6)

PHYWE

¿Por qué la eficiencia de Faraday es significativamente mayor que la eficiencia energética?

La  sólo tiene en cuenta las pérdidas durante la conversión directa del  en  y oxígeno. Una pequeña parte de los  resultantes se  a través de la  del electrolizador y así reacciona en el  para formar agua.

eficacia de los días lejanos

catalizador

difunde

membrana

gases

hidrógeno

agua

☒ Verificar

Diapositiva

Puntuación/Total

Diapositiva 22: La eficiencia energética

0/6

Diapositiva 25: Comparación de la eficiencia

0/7

Puntuación total



Mostrar soluciones



Repita



Exportar texto