

Фарадеївська та енергетична ефективність ПЕМ-електролізера



Physics

Energy

Renewable energies: Water



Рівень складності

легко



Розмір групи

-



Час підготовки

10 хвилини



Час виконання

10 хвилини

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/64764af9be52480002dd6919>

PHYWE



Інформація для викладачів

Опис

PHYWE



Експериментальна установка

Коефіцієнт корисної дії електролізера - це показник ефективності перетворення енергії. При розробці нових технологій важливо, щоб технологія також стала економічно виправданою. Якщо ефективність (ККД) занадто низька, немає сенсу впроваджувати нові технології.

Додаткова інформація для викладачів (1/2)

PHYWE

Попередні
знання

В якості попередніх знань студенти повинні знати хімічний склад води і бути знайомі з хімічною реакцією між воднем і киснем.

Принцип



У цьому експерименті досліджується різна ефективність електролізера.

Додаткова інформація для викладачів (2/2)

PHYWE

Мета



Студенти повинні вміти розбиратися в електролізерах PEM.

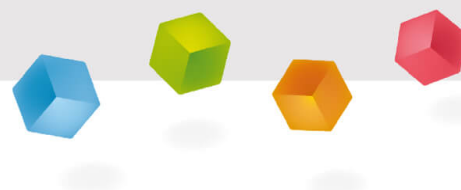
Завдання



Дослідіть ефективність електролізера.

PHYWE

Інформація для студентів



Мотивація

PHYWE

Реакція взаємодії між воднем і киснем має багато застосувань у системах накопичення енергії. Для ефективного використання необхідно знати ефективність паливного елемента



Матеріал

PHYWE

Позиція	Матеріал	Пункт №.	Кількість
1	З'єднувальний провідник, 500 мм, червоний	07361-01	2
2	З'єднувальний провідник, 250 мм, синій	07360-04	2
3	З'єднувальний провідник, 500 мм, синій	07361-04	1
4	З'єднувальний прямий з роз'ємом модуль SB	05601-10	2
5	Мензурка, низька, 400 мл,	46055-00	1
6	Секундомір, цифровий, 24 години, 1/ 100 с та 1 с	24025-00	1
7	Лабораторний термометр, -10...+110°C	38056-00	1
8	Система для зберігання газу, SB	05666-00	2
9	РЕМ електролізер з мембраною протонного обміну (МПО), SB	05665-00	1
10	Цифровий мультиметр, 3 1/2 розрядний дисплей з NiCr-Ni термопарою	07122-00	2
...	PHYWE Лжепело живлення пост. струм: 0...12 В. 2 А / змін. струм: 6	-----	-

Інформація з техніки безпеки

PHYWE



H: 220 / 270

P: 210 / 220

Кисень - безбарвний, без запаху і смаку окислювальний газ. При контакті з легкозаймистими речовинами є пожежонебезпечним.

Водень - безбарвний горючий газ без запаху і смаку, який легко утворює вибухонебезпечні суміші з повітрям. При проведенні експериментів з воднем необхідно заздалегідь усунути всі джерела займання.

Одягайте захисні окуляри.

Підготовка (1/5)

PHYWE

Підключіть два лінійних модулі з роз'ємом для підключення, а також два резервуари для зберігання газу та електролізер PEM, позначений синім кольором, як показано на рис. 1.



Рис. 1

Підготовка (2/5)

PHYWE

Приєднайте трубку до вільного кінця кожного резервуара з газом, що залишився, і зафіксуйте кожну трубку затискачем (хомутом) (рис. 2).

Налийте приблизно 150 мл дистильованої води у склянку об'ємом 400 мл. Заповніть обидва резервуари для газу зверху до верхньої позначки (рис. 3).

Увага:

Використовуйте тільки дистильовану воду



Рис. 2

Підготовка (3/5)

PHYWE

Відкрийте затискачі трубок так, щоб вода стікала в ємність для зберігання. Вільний кінець трубки слід підняти трохи вгору, щоб уникнути розливання води (рис. 4).



Рис. 3



Рис. 4

Підготовка (4/5)

PHYWE

Знову під'єднайте хомути трубок. Підключіть лінійні модулі з роз'ємами відповідно до полярності на електролізері до роз'ємів постійного струму блоку живлення. Підключіть мультиметр для вимірювання струму (амперметр) послідовно до електролізера (рис. 5 і рис. 6).



Рис. 5

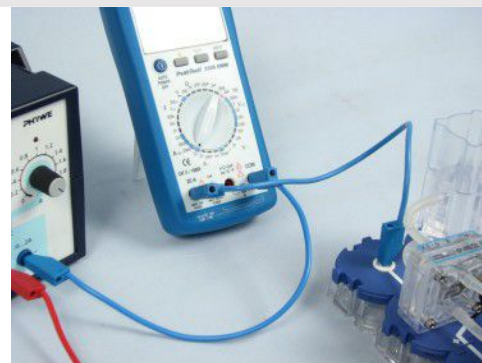


Рис. 6

Підготовка (5/5)

PHYWE

Також підключіть мультиметр для вимірювання напруги (вольтметр) паралельно до електролізера ПЕМ (рис. 7 і рис. 8). Встановіть амперметр на діапазон вимірювання 20 А, а вольтметр - на діапазон вимірювання 20 В. Переконайтеся, що при підключенні до амперметра використовують роз'єм на 20 А.



Рис.7

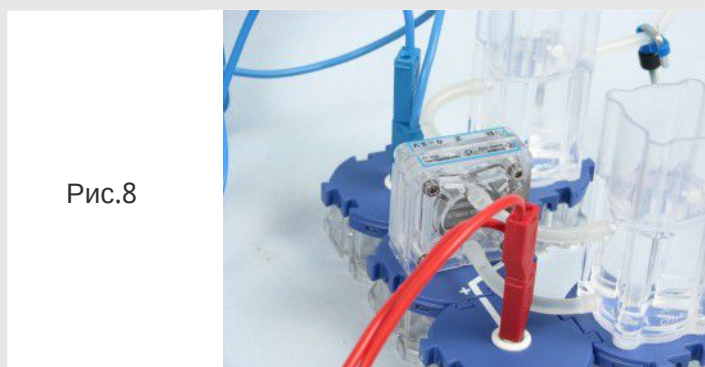


Рис.8

Виконання роботи (1/2)

PHYWE

Поверніть ручку регулювання напруги на блоці живлення до упору вліво.

Увімкніть джерело живлення і поверніть ручку регулювання сили струму до упору вправо до значення 2 А.

Відрегулюйте напругу U до 2 В і дайте електролізу попрацювати близько однієї хвилини.

Поверніть ручку регулювання сили струму I до 0 А і відкрийте затискачі трубок, щоб газ, що утворився до цього моменту, міг вийти.

Закрийте затискачі трубок. Швидко збільште силу струму до 2 А, одночасно запустіть секундомір і запишіть значення напруги та сили струму в таблицю 1 при $V = 0 \text{ см}^3$.

Через кожні 5 см^3 виробленого водню занотовуйте час, напругу і силу струму в таблицю 1 до повного заповнення резервуара для зберігання газу.

Виконання роботи (2/2)

PHYWE

Спорожнення резервуара для зберігання газу:

При вимкненому блоці живлення від'єднайте провідники та лінійні модулі. Переконайтеся, що затискачі трубок закриті, і візьміться кожною рукою за один резервуар для зберігання газу. Не знімайте електролізер. Підніміть один з двох резервуарів для газу над склянкою і вилийте його вміст через край (рис. 14).

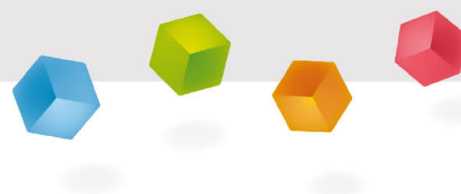
Зробіть те ж саме з другим резервуаром для газу.

Рис. 9



PHYWE

Протокол



Спостереження (1/3)

PHYWE

Запишіть температуру навколишнього середовища: $T_C =$ °C

Спостереження (2/3)

PHYWE

Внесіть свої виміри в таблицю.

$V \text{ см}^3$	$t \text{ [c]}$	$U \text{ [B]}$	$I \text{ [A]}$	$P \text{ [BT]}$
0				
5				
10				
15				

Спостереження (3/3)

PHYWE

Внесіть свої виміри в таблицю.

$V \text{ см}^3$	$t \text{ [с]}$	$U \text{ [В]}$	$I \text{ [А]}$	$P \text{ [Вт]}$
20				
25				
30				

Оцінка (1/6)

PHYWE

Обчисліть потужність, пов'язану з виміряними значеннями в таблиці 1, і внесіть її в таблицю.

Також обчисліть температуру в приміщенні в Кельвінах: $T_K \approx T_C + 273 =$ К

Оцінка (2/6)

PHYWE

Розрахунок енергоефективності (ККД)

Енергоефективність описує відношення фактично використаної енергії до підведеної енергії. У цьому випадку корисною енергією є енергія, яка може бути використана електролізером для виробництва газу. Розрахуйте енергоефективність ККД електролізера, як зазначено. Про що це свідчить?

$$\eta_{\text{енерг.}} = \frac{E_{\text{електр.}}}{E_{\text{водню}}} = \frac{V_{H_2} \cdot H_O}{P \cdot t}$$

де E = Енергія, Дж, η = ефективність ККД, %

H_O = теплотворна здатність кисню = $12,745 \cdot 10^3$ Дж/м³

V_H = спожитий водень = об'єм газу, м³

P = середня потужність паливного елемента, Вт

t = час, с

Оцінка (3/6)

PHYWE

Чому енергоефективність (ККД) електролізера PEM не досягає 100%?

Реальна [] відрізняється від [] напруги розкладання залежно від електрода. Крім того, втрати відбуваються у [] і через [].

внутрішньому опорі

електролізера

напруга розкладання

дифузії

газів

теоретичної

☒ Перевірка.

Оцінка (4/6)

PHYWE

Розрахунок ефективності (ККД) Фарадея

ККД Фарадея описує відношення теоретично спожитої до фактично спожитої кількості газу.

З другого закону Фарадея: $Q = I \cdot t = n \cdot z \cdot F$

де Q - електричний заряд, Кл, V - розрахунковий об'єм газу, м³

та загального рівняння стану для ідеальних газів:

R = універсальна газова стала = 8,314 Дж/(моль·К),

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ знайдемо об'єм газу:

I = середня сила струму, А, T = температура навк. середовища, К

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

t = час, с, F = стала Фарадея = 96485 (А·с)/моль

Звідси, ефективність (ККД) Фарадея дорівнює:

P = тиск навк. середовища, Па

$$\eta_{\text{Фарадея}} = \frac{V_{H_2}(\text{теор.спож.})}{V_{H_2}(\text{факт.спож.})}$$

(1 Па = 1 Н/м², норм. тиск: 1,013 · 10⁵ Па

z - кількість електронів, необхідних для розщеплення молекули (z(H₂)=2)

Оцінка (5/6)

PHYWE

Розрахуйте ефективність (ККД) Фарадея

Оцінка (6/6)

PHYWE

Чому ефективність Фарадея значно вища за енергетичну ефективність?

Ефективність (ККД) Фарадея враховує лише втрати при безпосередньому перетворенні

на і кисень. Невелика частина отриманих
 через електролізера і, таким
чином реагує на з утворенням води.

води

дифундує

каталізаторі

газів

водень

мембрану

☒ Перевірка.

Слайд

Оцінка / Всього

Слайд 22: Енергоефективність

0/6

Слайд 25: Порівняння ефективності

0/6

Загальна оцінка

 0/12 Показати рішення Повторити Експорт тексту