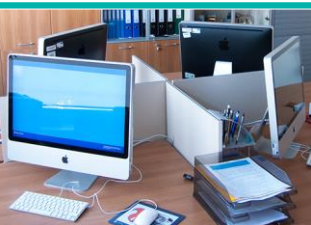




Ćwiczenie G4

Badanie własności wodorowych ogniw paliwowych

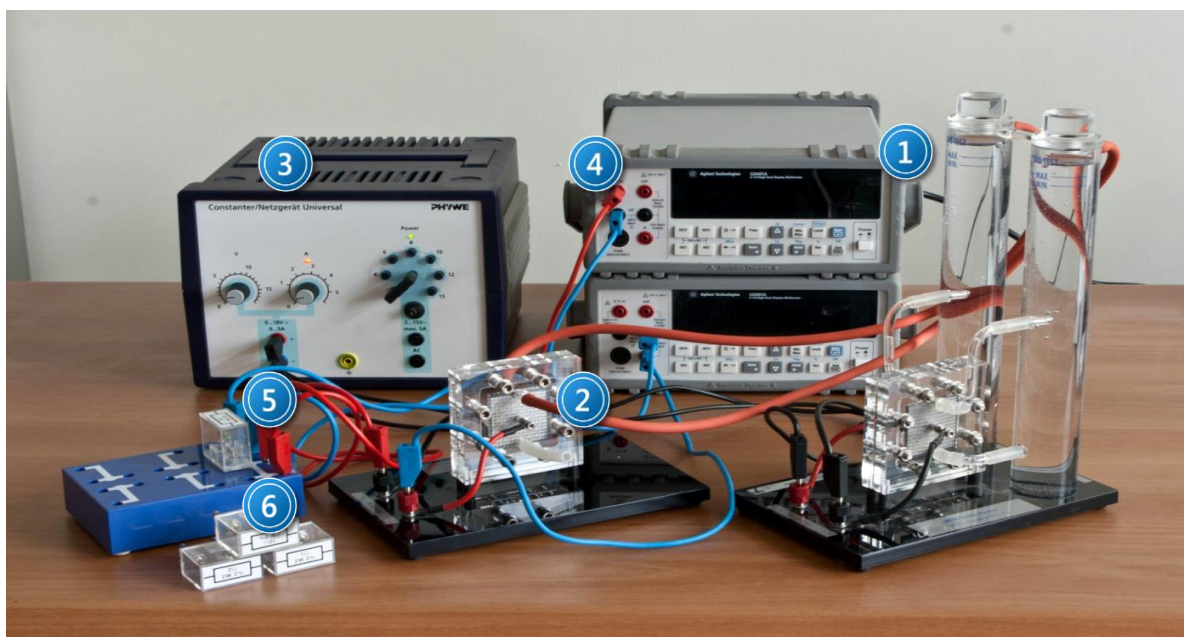


I. Zagadnienia do opracowania.

1. Budowa i zasada działania ogniwa paliwowego z membraną do wymiany protonów
2. Budowa i zasada działania elektrolizera z membraną do wymiany protonów
3. Proces elektrolizy: prawa elektrolizy Faraday'a; elektrolityczny rozkład wody
4. Praca, moc, energia, natężenie oraz napięcie prądu elektrycznego
5. Szeregowe oraz równoległe łączenie oporników, opór zastępczy

II. Zadania doświadczalne.

1. Zapoznać się z układem pomiarowym widocznym na *Zdjęciu 1*.

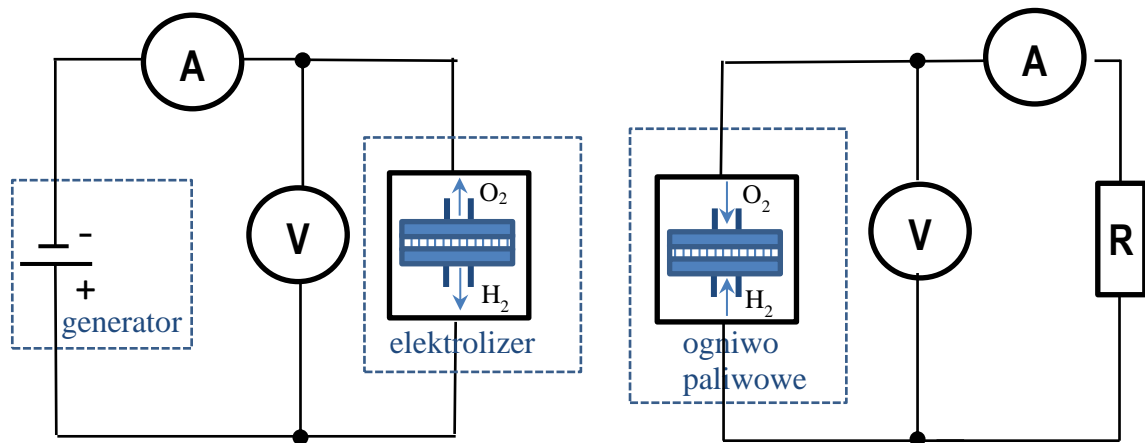


Zdjęcie 1. Układ do wyznaczania charakterystyk ogniwa paliwowego: 1 – elektrolizer; 2 – ogniwo paliwowe; 3 – generator; 4 – mierniki uniwersalne; 5 – płytka do montażu rezystorów; 6 – komplet rezystorów.

2. Wyznaczyć charakterystykę prądowo – napięciową elektrolizera oraz ogniwa paliwowego

W tym celu zestawić układ pomiarowy jak na *Zdjęciu 1* i połączyć jego elementy elektryczne według schematu na *Rysunku 2*.

- a) Sprawdzić ilość wody destylowanej w obu zbiornikach elektrolizera (1 na *Zdjęciu 1*) odpowiedni poziom jest pomiędzy znacznikami *Min* i *Max*.
- b) Połączyć wężykiem górne wyjścia zbiorników elektrolizera (1 na *Zdjęciu 1*) z górnymi wejściami ogniwa paliwowego (2 na *Zdjęciu 1*).



Rysunek 2. Schemat elektryczny układu pomiarowego

- c) Zgodnie ze schematem na Rysunku 2 jeden miernik uniwersalny podłączyć szeregowo pomiędzy elektrolizerem a generatorem jako amperomierz (**ustawić na nim zakres A**) a drugi podłączyć równolegle jako woltomierz na elektrolizerze (**ustawić zakres 200 V**).
- d) Zgodnie ze schematem na Rysunku 2 jeden miernik uniwersalny podłączyć szeregowo pomiędzy ogniwem paliwowym (2 na Zdjęciu 1) a płytką montażową do oporników (5 na Zdjęciu 1) jako amperomierz (**ustawić na nim zakres mA**) a drugi podłączyć równolegle jako woltomierz na oporniku (**ustawić zakres mV**).
3. Wyznaczyć charakterystykę prądowo - napięciową elektrolizera
- na płytce montażowej (zamiast wybranego opornika) za pomocą przewodu zamknąć układ i przeprowadzić pomiary na zwartym obwodzie
 - Ustawić na generatorze maksymalne napięcie 2 V a nastawy ogranicznika prądu generatora regulować tak, aby wartości prądu w układzie nie przekroczyły odpowiednio 2 V i 2 A. **Napięcie oraz natężenie prądu obserwować za pomocą mierników uniwersalnych** (4 na Zdjęciu 1)
 - Zmniejszać stopniowo napięcie zasilania od 2 V do 1,4 V co 0,1 V notując wartości napięcia U i natężenia prądu I wskazywane przez mierniki uniwersalne.
 - Wykreślić charakterystykę prądowo – napięciową $I = f(U)$ elektrolizera.
 - Wyznaczyć napięcie rozkładu U_2 (minimalne napięcie, przy którym następuje elektroliza).

4. Wyznaczyć charakterystykę prądowo - napięciową ogniwa paliwowego
 - a) Ustawić na generatorze napięcie $U_{wej} = 1,8 \text{ V}$ a wartości prądu $I_{wej} = 1,5 \text{ A}$. Napięcie oraz natężenie prądu obserwować za pomocą mierników uniwersalnych (4 na Zdjęciu 1)
 - b) oblicz moc z generatora: $P_{wej} = U_{wej} I_{wej}$
 - c) na płytce montażowej montować kolejno oporniki o oporach R (0; 0,5; 1; 1,5 oraz 2 Ω) dobieranych przy pomocy oporników montowanych na płytce montażowej 5 na *Zdjęciu 1* (kombinacje szeregowo i równoległe połączonych rezystorów).
 - d) dla każdego oporu notować wartości napięcia U_{PEM} i natężenia prądu I_{PEM} na ogniwie paliwowym oraz moc $P_{PEM} = U_{PEM} I_{PEM}$
 - e) Wykreślić charakterystykę prądowo - napięciową $I_{PEM} = f(U_{PEM})$ wodorowej komórki paliwowej.
 - f) Wybrać z otrzymanych wyników maksymalną wartość mocy otrzymanej z ogniwa paliwowego $P_{PEM}(\text{max}) = U_{PEM} I_{PEM}$

5. Obliczyć sprawność układu korzystając z zależności:

$$\eta = \frac{P_{PEM}(\text{max})}{P_{wej}} \cdot 100\%$$

Przeprowadzić dyskusję błędów dla wszystkich wielkości obliczanych w ćwiczeniu.

III. Zestaw przyrządów.

1. Wodorowe ogniwo paliwowe PEM.
2. Elektrolizer PEM.
3. Generator.
4. 2 mierniki uniwersalne.
5. Płytki do montażu rezystorów.
6. Komplet rezystorów.

IV. Literatura.

1. W.M. Lewandowski – „*Proekologiczne źródła energii odnawialnej*”, Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 2002.
2. A. Małek, M. Wendeker – „*Ogniwa paliwowe typu PEM teoria i praktyka*”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2010.
3. J. Cieśliński, J. Mikielwicz – „*Niekonwencjonalne źródła energii*”, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1996.
4. E.E. Klugmann – „*Ogniwa i moduły fotowoltaiczne*”, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2005.
5. L. Redey – „*Ogniwa paliwowe*”, WNT, Warszawa 1973.
6. A. Feldzensztajn, L. Pacuła, J. Pusz – „*Wodór „paliwem” przyszłości*”, Instytut Wdrożeń Technicznych, Gdańsk, 2003.
7. J. Młochowski – „*Podstawy chemii*”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 1999.
8. „*Encyklopedia Techniki. Chemia*” – praca zbiorowa, WNT, Warszawa 1993.
9. C. Voigt, S. Höller, U. Küter – „*Brennstoffzellen im Unterricht*”, H₂YDROGEIT, Lübeck 2007.
10. J. Laminie, A. Dicks – „*Fuel Cell Systems Explained*”, Wiley, 2003.
11. J.W. Twidell, A.D. Weir – „*Renewable Energy Sources*”, Chapman and Hall, London 1990.
12. „*Renewable Energy – Sources for Fuels and Electricity*”, Island Press, Washington 1993.
13. K. Joon – „*Fuel Cells – a 21st Century Power System*”, „*Journal of Power Sources*”, 1998, 71.
14. J. Laramine, A. Dicks – „*Fuel Cell Systems Explained*”, Oxford Brookes University, UK, 2003.
15. Phywe Handbook „*Laboratory Experiments Physics*”, 4.1.11-00, 2010, www.phywe.com.
16. D.A. Rand – „*Clean Energy*”, Springer, 2005.