



Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

CHEMIA WSZYSTKO ZMIENIA

Elektryczność bez zanieczyszczeń?

Keith Healey

Tłumaczenie z angielskiego
Anna Białas



Education and Culture

Socrates
Comenius

CITIES (Chemia i przemysł dla nauczycieli szkół europejskich, ang. *Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*) jest projektem programu COMENIUS, w ramach którego powstają materiały edukacyjne pomocne dla nauczycieli w uatrakcyjnianiu lekcji chemii przez ukazywanie tematów w kontekście przemysłu chemicznego i życia codziennego.

Koordynatorem CITIES jest

- Hochschule Fresenius, Idstein, Niemcy, www.fh-fresenius.de

Partnerami projektu są następujące instytucje:

- Goethe-Universität Frankfurt, Niemcy, www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de
- Czeskie Towarzystwo Chemiczne, Praga, Czechy, www.csch.cz
- Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska, www.chemia.uj.edu.pl
- European Chemical Employers Group (ECEG), Bruksela, Belgia, www.eceg.org
- Royal Society of Chemistry, Londyn, Wielka Brytania, www.rsc.org
- European Mine, Chemical and Energy Workers' Federation (EMCEF), Bruksela, Belgia, www.emcef.org
- Nottingham Trent University, Nottingham, Wielka Brytania, www.ntu.ac.uk
- Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh, Frankfurt, Niemcy, www.gdch.de
- Institut Químic de Sarrià, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Hiszpania, www.iqs.url.edu

Instytucjami związanymi z CITIES są również:

- Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, Wielka Brytania, www.nuls.org.uk
- Średnia Szkoła Chemiczna im. T. G. Masaryka, Praga, Czechy
- Firma Astyle linguistic competence, Wiedeń, Austria, www.astyle.at
- Uniwersytet Karola, Praga, Czechy, www.cuni.cz
- Wyższa Szkoła Zawodowa, Tarnów, Polska, www.wsz.tarnow.pl



Projekt ten jest finansowany ze środków Komisji Europejskiej. Publikacja niniejsza odzwierciedla tylko opinie autora/ów i Komisja nie ponosi odpowiedzialności za wykorzystanie zawartych tutaj informacji. Zespół CITIES doradza każdemu korzystającemu z materiałów doświadczać zapoznanie i stosowanie się do odpowiednich zasad bezpieczeństwa, które są częścią uregulowań zawodowych, krajowych i instytucjonalnych. CITIES nie ponosi odpowiedzialności za żadne szkody wynikające z niestosowania się do tych procedur.

ELEKTRYCZNOŚĆ BEZ ZANIECZYSZCZEŃ Z ROPY NAFTOWEJ?: OGNIWA PALIWOWE

Wstęp

Ropa naftowa (i jej pochodne) jest używana jako paliwo, z którego powstaje elektryczność, od przeszło stu lat. Nawet wcześniej, używano innych substancji do produkcji elektryczności w formie baterii. Problemem były zawsze produkty uboczne tj. powstające odpady.



Spalanie paliw węglowodorowych jest szeroko stosowane, nie tylko do produkcji elektryczności, ale także do dostarczenia energii, aby wywołać ruch w pojazdach takich jak samochody, autobusy, ciężarówki, samoloty i tak dalej. Nieuchronnie, kotły lub silniki używane w tych urządzeniach działają znacznie poniżej 100% wydajności, i w rezultacie, niecałe paliwo jest dobrze wykorzystane. W gazach odlotowych jest niezmiennie niespalone paliwo, istnieje też inny problem – a mianowicie, produkt niecałkowitego spalania, tlenek węgla, który jest gazem trującym. Konstrukcja współczesnych kotłów i silników powoduje także powstawanie tlenków azotu. To jest zadziwiające dla nie-naukowców i rodzi pytanie, "jak mogą powstawać tlenki azotu w paliwie, które nie zawiera azotu?"



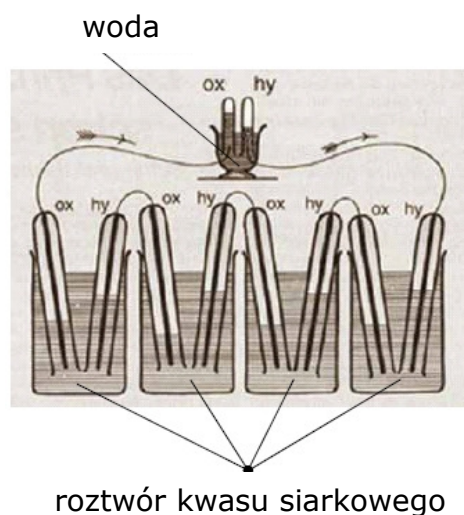
Odpowiedź na to pytanie leży w fakcie, że to nie paliwo, ale powietrze, w którym się spala, zawiera azot; powietrze składa się z **78% azotu**, a także z 21% tlenu, oraz innych gazów. W wysokich temperaturach spotykanych w kotle (lub silnikach spalinowych) jest dostępna wystarczająca ilość energii cieplnej, aby zerwać silne wiązania łączące atomy azotu, pozwalając im połączyć się chemicznie z tlenem, także obecnym w powietrzu. Wszystkie środki pozwalające energii uwięzionej w paliwie uwolnić się w niższych temperaturach zapobiegłyby powstawaniu tych gazów, które są odpowiedzialne za większość kwaśnych deszczy spadających na ziemię. Zniszczenie drzew (po lewej) jest spowodowane właśnie przez kwaśne deszcze.

Jednym z rozwiązań tego problemu są **OGNIWA PALIWOWE**.

Co to jest ogniwo paliwowe?

W prostych słowach, jest to urządzenie do produkcji energii elektrycznej w reakcji chemicznej. Pod tym względem działa ono jak zwykłe suche ogniwo lub bateria, ale ogniwo paliwowe robi to dużo bardziej efektywnie. Podczas gdy bateria w końcu się wyczerpie, ogniwo paliwowe będzie pracować w nieskończoność, jeśli dostarczy mu się paliwa i utleniacza.

Kiedy to wszystko się zaczęło?



W roku 1839, w Anglii, William Grove zbudował pierwsze ogniwo paliwowe, chociaż nie było to jego pierwotnym zamiarem. Rozkładał on elektrolitycznie wodę przy użyciu elektrod platynowych. Kiedy odłączono prąd z baterii, zauważył on, że w obwodzie zewnętrznym ciągle płynie prąd, w kierunku przeciwnym niż ten wytwarzany przez baterie. Grove przypisał to reakcji chemicznej pomiędzy produktami elektrolizy, wodorem i tlenem, katalizowanej przez platynę.

Rycina pokazana po lewej przedstawia kilka ogniw 'Grove'a' połączonych w układ szeregowy, w sposób w który zwykle łączy się ogniwa, aby utworzyć baterię.

Faktycznie, termin "ogniwo paliwowe" był stworzony około 50 lat później przez Monda i Langera, którzy zbudowali ulepszoną wersją tego urządzenia. Od tamtego czasu włożono wiele wysiłku w rozwój ogniwa paliwowego, ale większość pracy została wykonana w ostatnich pięćdziesięciu latach.

Istnieje dzisiaj wiele różnych rodzajów ogniw paliwowych, ale możemy je zawęzić do pięciu głównych typów:

- 1 Ogniwa alkaliczne
- 2 Ogniwa z kwasem fosforowym
- 3 Ogniwa polimerowe
- 4 Ogniwa węglanowe
- 5 Ogniwa tlenkowe

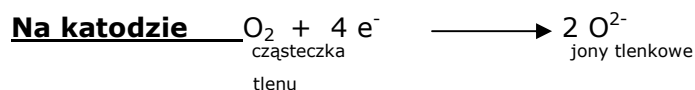
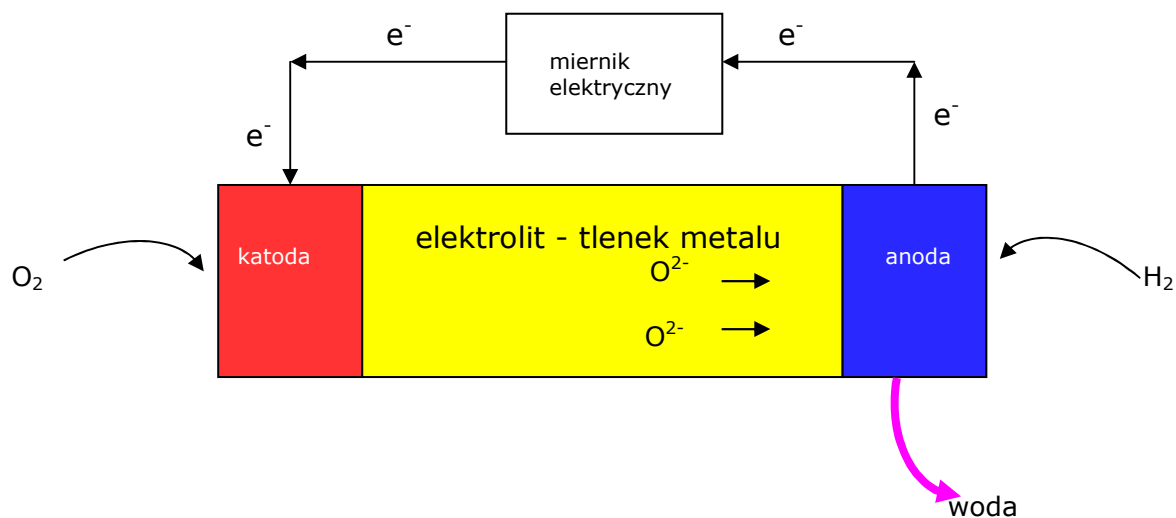
Czy to naprawdę chemia?

Każde z wymienionych wyżej ogniw ma swój własny zestaw właściwości, ale wszystkie one działają na mniej więcej takiej samej zasadzie. Opierają się one na dwóch elektrodach ze zwykłym elektrolitem pomiędzy nimi. Jony wędrują w elektrolicie od jednej elektrody do drugiej, a reakcje chemiczne zachodzą na powierzchni elektrod. W tym samym czasie, w tych reakcjach uwalniane są elektrony (e^-), które wędrują po zewnętrznym obwodzie wytwarzając prąd elektryczny.

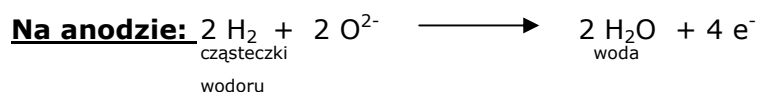
W zwykłym piecu, spalanie paliwa wytwarza energię w postaci ciepła i światła. W konwencjonalnym suchym ogniwie (lub baterii), energia elektryczna pochodzi z reakcji chemicznych zachodzących wewnątrz. Substancje są zużywane i w końcu się wyczerpują. Na tym etapie ogniwo się wyrzuca. Energia elektryczna wytworzona w ogniwie paliwowym pochodzi z energii uwolnionej w czasie utleniania paliwa, ale w tym przypadku, jest to dużo efektywniejsze wytwarzanie energii.

Najprostszy typ ogniwa wykorzystuje wodór jako paliwo i tlen jako utleniacz; w rzeczywistości, może to być powietrze, które zawiera tlen. Zastosowanie powietrza zredukowałoby znacznie koszty.

W tlenkowych ogniwach paliwowych, stały tlenek działa jako elektrolit. Ich budowa jest całkiem skomplikowana, ale w skrócie, jest to materiał ceramiczny impregnowany nieorganicznymi tlenkami metali, takimi jak tlenek cyrkonu, ZrO_2 . Tlenki te dostarczają jonów tlenkowych, O^{2-} , które są kluczowe w działaniu ogniwa:



W ten sposób, każda cząsteczka tlenu zyskuje cztery elektrony i powstają dwa jony tlenkowe. Jony tlenkowe wędrują w elektrolicie do anody.



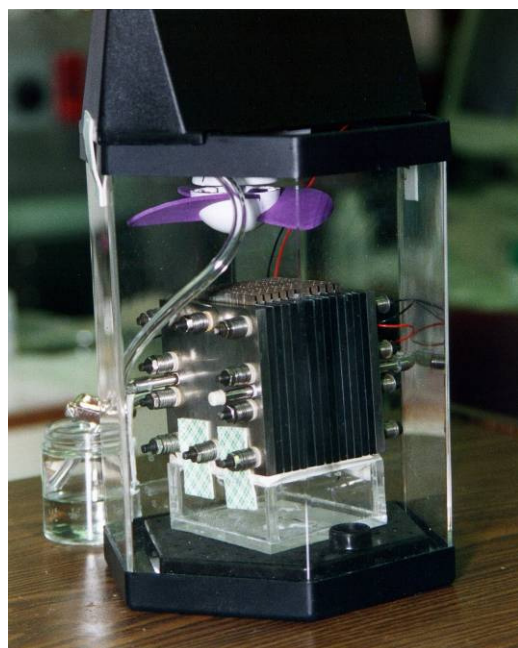
Dwie cząsteczki wodoru łączą się z dwoma jonami tlenkowymi tworząc dwie cząsteczki wody i 4 elektrony. Elektrony te wędrują przez zewnętrzny obwód z powrotem do katody, gdzie cały proces rozpoczyna się od nowa.

Utworzone cząsteczki wody opuszczają przestrzeń anodową.

Sumarycznie, $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{energia elektryczna}$

Jony tlenkowe działają jak katalizator, są one zużywane w przestrzeni anodowej, ale odtwarzają się w przestrzeni katodowej.

Inne ogniwa paliwowe wykorzystują paliwa węglowodorowe, takie jak gaz ziemny, gaz LPG i biogaz. Można także stosować benzynę i olej napędowy, a także metanol.



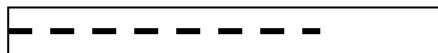
Metanolowe ogniwo paliwowe (NASA)

Czy chcecie to wypróbować?

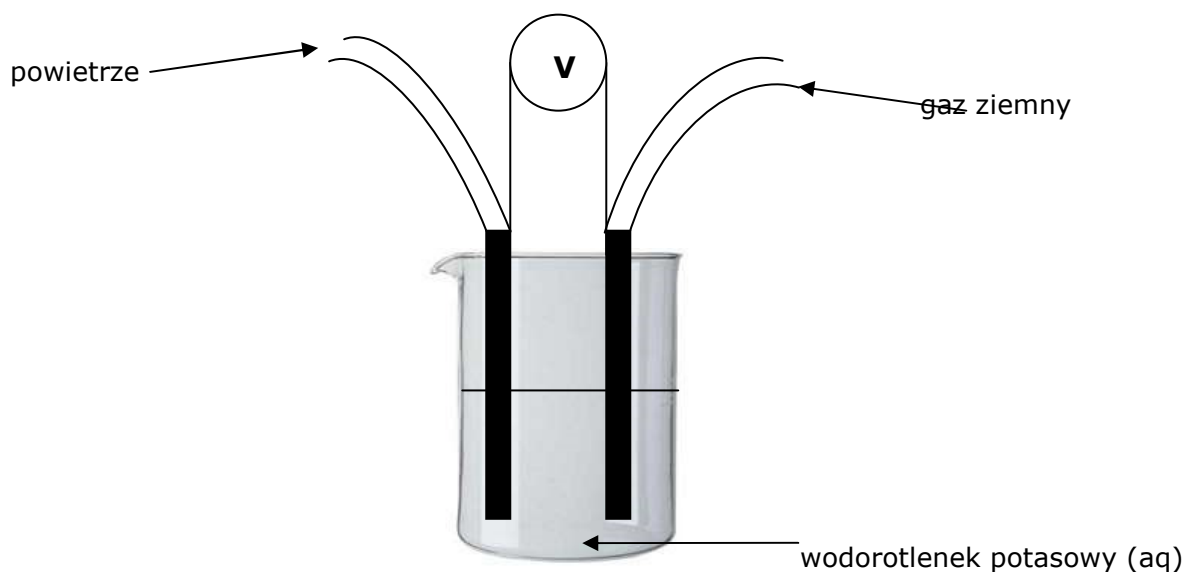
Można zbudować bardzo proste ogniwo paliwowe wykorzystując dwa pręty węglowe (z wyczerpanych baterii R20 są idealne), roztwór wodorotlenku potasu, gaz ziemny i powietrze.

Wykonanie

- Oczyszczyć pręty
- W okularach ochronnych, rozgrzej mocno pręty w płomieniu palnika Bunsena przez 5 minut. To aktywuje węgiel i pomaga prętom stać się nieco bardziej porowatymi. Pręty powinny się schłodzić przed następnym etapem.
- Po schłodzeniu, ostrożnie wywierć otwór o średnicy 3mm wzdłuż głównej osi każdego pręta. Otwór powinien mieć około 20-30mm długości (ale nie przewiercaj całej długości pręta)



- Przymocuj gumowe rurki do końców obu prętów, przykrywając wywiercone otwory
- Połącz jedną z rurek ze źródłem gazu ziemnego, a drugą z ręcznym miechem
- Zanurz oba pręty w roztworze zasady (uwaga: roztwór ten jest bardzo żrący, dlatego trzeba nosić okulary ochronne i gumowe rękawiczki)
- Połącz woltametrem oba pręty



- Otwórz dopływ gazu do jednego pręta i użyj ręcznego miecha, aby wdmuchiwać powietrze do drugiego pręta.
- Powinno powstać małe napięcie

Można zastosować nieco bardziej skomplikowane procedury, z droższymi materiałami

(zobacz <http://uk.youtube.com/watch?v=mibnOhczXEK>
 lub http://blog.makezine.com/archive/2006/06/how_to_build_your_own_band_aid.html
 lub http://scitoys.com/scitoys/scitoys/echem/fuel_cell/fuel_cell.html)

Zastosowania

- Wytwarzanie energii elektrycznej w statkach kosmicznych
- Komercyjne wytwarzanie energii dla miast/oddalonych placówek np. stacji meteorologicznych
- Laptopy/odtwarzacze MP3/telefony komórkowe/aparaty słuchowe
- Pojazdy: większość wiodących wytwórców samochodów opracowuje samochody z ogniwami paliwowymi (Mitsubishi, Ford, General Motors, Honda, Toyota, itd.)



autobus



samochód



motorower



samolot



wojsko

Jak są produkowane ogniwa paliwowe?

Ogniwa paliwowe są ciągle opracowywane i ulepszone. Jak stwierdzono wcześniej, jest ogólnie pięć głównych rodzajów ogniw paliwowych w powszechnym użyciu. Sposób budowy zależy bardzo od typu ogniwa, rodzaju paliwa i zastosowania. Niektóre z wymienionych ogniw pracują w temperaturach do 1000°C, inne w nieco niższych około 600°C. Ogniwa alkaliczne pracują w 60-70°C. Oczywiście, różne materiały będą używane w różnych sytuacjach.

Jakie są korzyści?

- Działają na różnych paliwach
- Jeśli wodór jest paliwem, to jest to niewyczerpane źródło; powietrze jest za darmo!
- Praktycznie bez zanieczyszczeń
- Wysoka niezawodność
- Niskie koszty utrzymania
- Cicha praca
- Bardzo wysoka wydajność energetyczna – ponad 80% w niektórych przypadkach, o wiele wyższa niż w prostych ogniwach elektrycznych konwencjonalnych silników spalinowych
- Dużo większa gęstość mocy niż w bateriach (więcej wytwarzanej elektryczności na jednostkę masy ogniwa)
- Bardzo wysoka długość życia

Czy jest znane jakieś ryzyko?

Głównym problemem z ogniwami paliwowymi jest to, że niektóre pracują w wysokich temperaturach, a inne wymagają niebezpiecznych substancji. Tak długo jak bierze się te czynniki pod uwagę i stosuje się odpowiednie środki bezpieczeństwa, ogniwa paliwowe mogą być używane bardzo bezpiecznie.

W idealnym świecie, wodór byłby najlepszym paliwem. Jednak przy jego wykorzystaniu jest jedno oczywiste zagrożenie – łatwopalność. Muszą być podjęte szczególne środki, aby zapobiec wyciekowi. Aby sobie dobrze przypomnieć niszczący potencjał wodoru wystarczy tylko spojrzeć na katastrofy - w roku 1937 (statek powietrzny Hindenburg) i w 1986 (wahadłowiec Challenger). Aby wodór mógł być obdarzony społecznym zaufaniem, muszą zostać opracowane bezpieczne metody jego produkcji i magazynowania.

Główną zaletą wodoru jest jego dostępność. 70% powierzchni ziemi jest pokryte wodą. Wiemy, że wodę można bardzo łatwo rozłożyć elektrolitycznie na wodór (i tlen). Istnieją procedury produkcji wodoru z innych źródeł (np. reforming frakcji ropy naftowej)

Perspektywy na przyszłość

- Wzrost wydajności
- Modyfikacje prowadzące do stosowania paliw stałych?
- Obniżenie kosztów produkcji wodoru
- Zmniejszenie wielkości ogniw paliwowych – bardziej przenośne
- Stosowanie mniej niebezpiecznych materiałów/warunków działania

Zaintrygowani po przeczytaniu?

Nie brakuje odnośników. Spójrz na:

www.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell

www.fuelcells.org/

http://uk.search.yahoo.com/search;_ylt=A1f4cfNG6WhJSBQAMzxLBQx.?p=+fuel+cell&y=Search&fr=fp-tab-sayt1&ei=UTF-8&rd=r1

http://www.princeton.edu/~chm333/2002/spring/FuelCells/what_is_fuel_cell.shtml

strony głównych producentów samochodów

http://science.nasa.gov/headlines/y2003/18mar_fuelcell.htm

Ta lista jest prawie nieskończona.....

Jeśli nie podano źródła, to wszystkie zdjęcia pochodzą z Google Images.