



Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

CHEMIE VŠECHNO MĚNÍ

Elektřina bez znečištění?

Původní článek: Keith Healey

Původní jazyk článku: angličtina
Český překlad: Marek Čtrnáct a Hana Čtrnáctová



Education and Culture

Socrates
Comenius

CITIES (*Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*) je projekt COMENIUS, který vytváří vzdělávací materiály pro učitele. Jejich cílem je udělat hodiny chemie zajímavější ukázkou předmětu v kontextu chemického průmyslu a jejich každodenních životů.

Partnery projektu CITIES jsou následující instituce:

- Goethe-Universität Frankfurt, Německo, <http://www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de>
- Česká chemická společnost, Praha, Česká republika, <http://www.csch.cz/>
- Jagellonská univerzita, Kraków, Polsko, http://www.chemia.uj.edu.pl/index_en.html
- Hochschule Fresenius, Idstein, Německo, <http://www.fh-fresenius.de>
- Evropská skupina chemických zaměstnavatelů (ECEG), Brusel, Belgie, <http://www.eceg.org>
- Královská chemická společnost, Londýn, Velká Británie, <http://www.rsc.org/>
- Evropská federace dělníků v důlním, chemickém a energetickém průmyslu (EMCEF), Brusel, Belgie, <http://www.emcef.org>
- Nottingham Trent University, Nottingham, Velká Británie, <http://www.ntu.ac.uk>
- Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh, Frankfurt/Main, Německo, <http://www.gdch.de>
- Institut Químic de Sarriá (IQS), Universitat Ramon Llull, Barcelona, Španělsko, <http://www.iqs.url.edu>

Další instituce spojené s projektem CITIES jsou:

1. Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, Velká Británie
2. Masarykova střední škola chemická, Praha, Česká republika
3. Astyle linguistic competence, Vídeň, Rakousko
4. Karlova univerzita, Praha, Česká republika



Tento projekt byl financován podporou Evropské komise. Tato publikace odráží pouze názory autora/ů a Komise nenes zodpovědnost za jakékoli použití zde uvedených informací. Tým CITIES doporučuje, aby byl každý uživatel experimentálního materiálu CITIES seznámen s příslušnými bezpečnostními pravidly, která jsou součástí správného profesionálního chování a příslušných národních a institučních nařízení, a dodržoval je. CITIES nemůže nést zodpovědnost za žádné škody vzniklé nevhodným použitím těchto procedur.

ELEKTŘINA Z ROPY BEZ ZNEČIŠTĚNÍ?: PALIVOVÉ ČLÁNKY

Úvod

Ropa (a její deriváty) se používají už více než sto let jako palivo, které slouží k výrobě elektřiny. Jiné chemické látky se používaly, a to ještě dříve, k výrobě elektřiny ve formě baterií. Problém vždy představovaly vedlejší produkty, tedy vzniklé odpadní materiály.



Spalování uhlovodíkových paliv se široce používá nejenom k výrobě elektřiny, ale také jako zdroj energie pro pohyb vozidel, jako jsou auta, autobusy, kamióny, letadla a další. Hořáky nebo motory v těchto zařízeních nevyhnutelně pracují s méně než stoprocentní účinností, a díky tomu se ne všechno palivo dobře využije. V odpadních plynech se nevyhnutelně objeví nespálené palivo a také jeden další problém – a sice produkt neúplného spalování, oxid uhelnatý, který je jedovatý. Konstrukce moderních hořáků a motorů také vede k produkci oxidů dusíku. To je pro nevědce překvapivé a vede je to k otázce: "Jak mohou vznikat oxidy dusíku, když palivo žádný dusík neobsahuje?"



Odpověď na tuto otázku se skrývá ve faktu, že dusík neobsahuje palivo, ale vzduch, ve kterém hoří; vzduch kromě 21% kyslíku a kromě dalších plynů sestává ze **78% dusíku**. Při vysokých teplotách, jaké nastávají v hořáku (nebo v motoru s vnitřním spalováním) je k dispozici dostatečné množství tepelné energie na to, aby porušila silnou vazbu, která k sobě váže atomy dusíku, a tak jim umožnila chemicky se kombinovat s kyslíkem, který je ve vzduchu také. Jakýkoli prostředek, který by umožnil extrahovat energii uzamčenou v palivu při nižších teplotách, by zabránil tvorbě těchto plynů, které jsou zodpovědné za velkou část kyselého deště dopadajícího na zemi. Poškození stromů (vlevo) souvisí s kyselým deštěm.

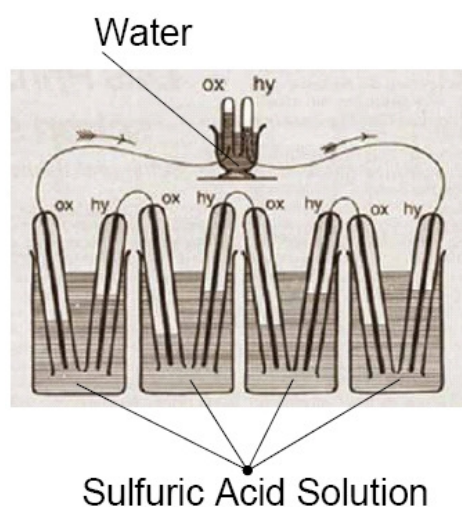
Jednou odpovědí na tento problém je

PALIVOVÝ ČLÁNEK.

Takže, co je to palivový článek?

Inu, jednoduše řečeno se jedná o zařízení, které vyrábí elektrickou energii pomocí chemické reakce. V tomto ohledu se tedy podobá běžnému suchému článku nebo baterii, palivový článek je ale mnohem účinnější. Zatímco baterie se nakonec vybité, palivový článek funguje neomezeně dlouho, pokud se mu dodává palivo a oksličovadlo.

Kdy to všechno začalo?



První palivový článek vytvořil William Grove v Anglii v roce 1839, i když to původně nezamýšlel. Grove elektrolyticky rozkládal vodu za použití platinových elektrod. Když byl proud z jeho baterií vypnut, všiml si, že ve vnějším obvodu proud stále protéká, a to v opačném směru než ten, který produkovaly baterie. To připsal chemické reakci produktů elektrolýzy, vodíkem a kyslíkem, kterou katalyzovala platina.

[Voda
Roztok kyseliny sírové]

Obrázek nalevo ilustruje několik těchto Grovesových článků v sériovém zapojení, stejně jako jsou v baterii zapojené články konvenční.

Termín "palivový článek" vlastně začali razit až asi o padesát let později Mond a Langer, kteří vyrobili vylepšenou verzi tohoto zařízení. Od té doby se na vývoji palivových článků odvedlo hodně práce, největší část v posledních padesáti letech.

Dnes existuje mnoho různých typů palivových článků, ale my je můžeme zúžit na pět hlavních typů:

- 1 Zásadité palivové články
- 2 Palivové články s kyselinou fosforečnou
- 3 Palivové články s polymerovou elektrolytovou membránou
- 4 Palivové články s roztaveným uhličitanem
- 5 Palivové články s pevným oxidem

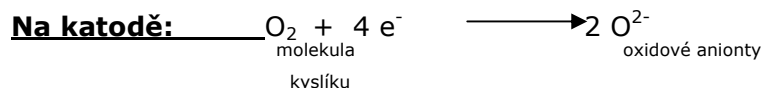
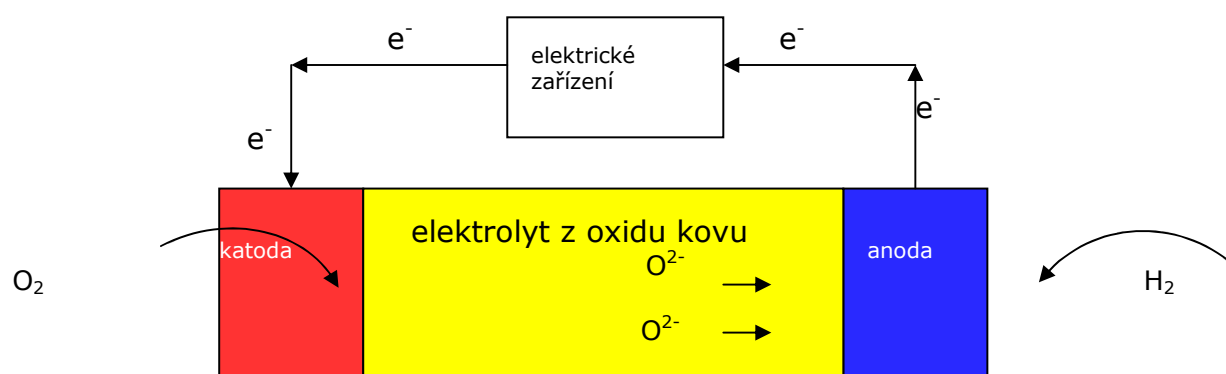
Je to vážně chemie?

Každý z pěti výše uvedených typů palivových článků má svou vlastní sadu charakteristik, všechny však pracují na zhruba stejném základním principu. Ten spočívá ve dvou elektrodách ve společném elektrolytu. Elektrolytem cestují z jedné elektrody na druhou ionty a na povrchu každé z nich se odehrávají chemické reakce. Zároveň se těmito reakcemi uvolňují elektrony e^- , a právě ty cestují vnějším obvodem a vytvářejí elektrický proud.

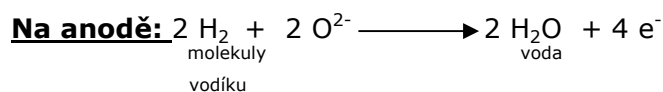
V jednoduché peci se spalováním paliva vytváří energie ve formě tepla a světla. V konvenčním suchém článku (nebo baterii) vzniká elektrická energie z chemických reakcí, které se odehrávají uvnitř. Elektrická energie produkovaná v palivovém článku pochází z energie, která se uvolní při oxidaci paliva, ale tentokrát je vytvářena mnohem účinnějším způsobem.

Nejjednodušší typ článku používá jako palivo vodík a jako okysličovadlo kyslík; ve skutečnosti se může jednat o zásobování vzduchem, který kyslík obsahuje. Použití vzduchu by značně snížilo náklady.

V palivovém článku s pevným oxidem je elektrolytem pevný oxid. Konstrukce takového článku je poměrně složitá, v podstatě se však jedná o keramický materiál impregnovaný anorganickými kovovými oxidy, jako je oxid zirkoničitý, ZrO_2 . Ten poskytuje oxidové anionty O^{2-} , které jsou pro funkci článku nezbytné:



Každá molekula kyslíku tedy získá dva elektrony a promění se ve dva oxidové anionty. Tyto oxidové anionty cestují elektrolytem směrem k anodě.



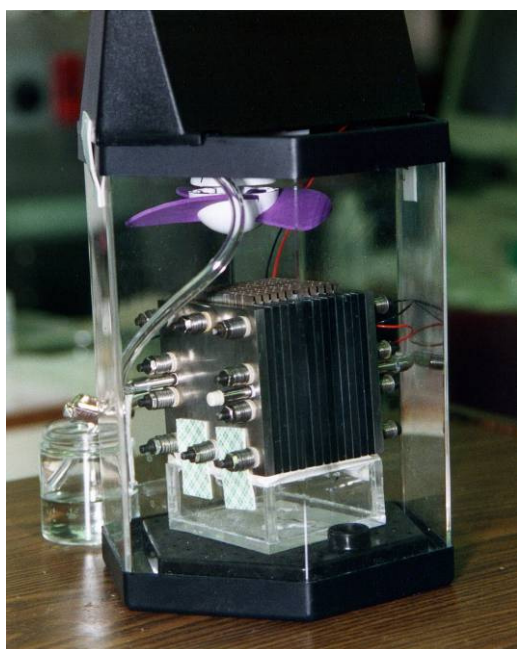
Dvě molekuly vodíku se zkombinují se dvěma oxidovými ionty a vytvoří dvě molekuly vody a 4 elektrony. Tyto elektrony cestují vnějším obvodem nazpět do katody, kde celý proces začne nanovo.

Vzniklé molekuly vody nyní uniknou z anodové části.

V souhrnu, $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{elektrická energie}$

Oxidové anionty fungují jako katalyzátor, protože se v anodové části pohlcují, ale v katodové zase regenerují.

Jiné palivové články používají uhlovodíková paliva, jako je zemní plyn, zkapalněný topný plyn (LPG) a bioplyn. Je možné používat i benzín a naftu, případně methanol.



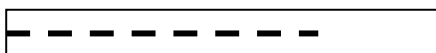
Methanolový palivový článek (NASA)

Takže, chcete něco zkusit?

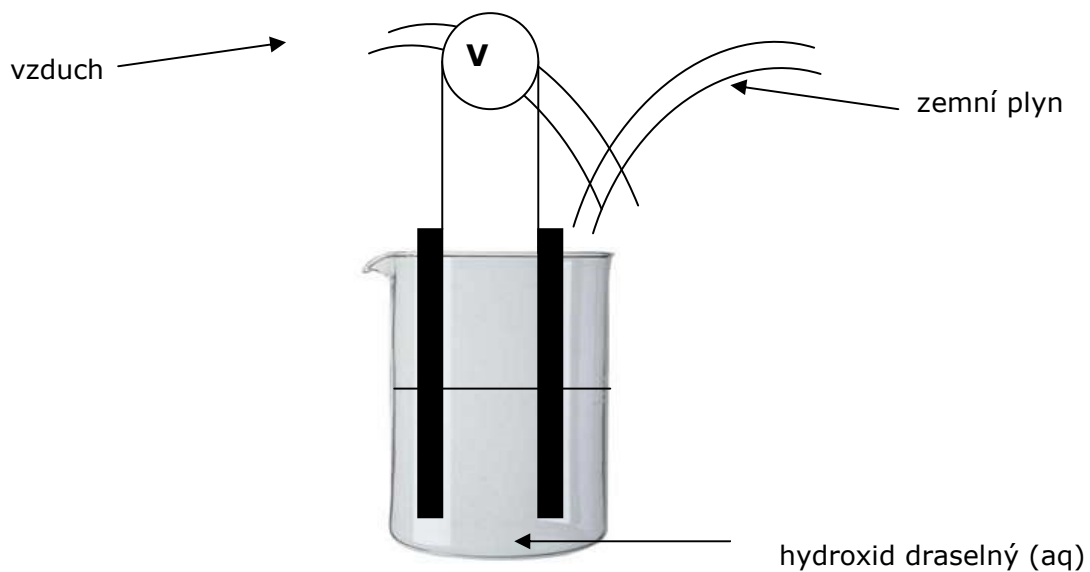
Velmi jednoduchý palivový článek si můžete vyrobit ze dvou uhlíkových tyčinek (ideální jsou z vyčerpaného suchého článku typu 'D'), roztoku hydroxidu draselného, zemního plynu a vzduchu.

Postup

- Očistěte tyčinky.
- V ochranných brýlích tyčinky pět minut silně zahřívejte na plameni Bunsenova kahanu. To aktivuje uhlík a pomůže trochu zvýšit pórovitost tyčinek. Než přejdete k dalšímu bodu, nechte tyčinky vychladnout.
- Po vychladnutí pečlivě vyvrtejte díru o průměru 3 mm ve středové ose každé tyčinky. Díra by měla mít délku 20-30 mm. Neprovrtávejte tyčinku skrz naskrz.



- Připojte ke konci každé tyčinky gumovou trubičku, která zakryje vyvrtanou díru.
- Spojte jednu trubičku s přívodem zemního plynu a druhou s ručním měčem,
- Namočte obě trubičky do roztoku hydroxidu (pozor: tento roztok je velmi žíravý, je třeba nosit chrániče očí a umělohmotné nebo gumové rukavice).
- Připojte k oběma tyčinkám voltmetr.



- Zapněte přívod plynu do jedné trubičky a měčem začněte vhnět vzduch do té druhé.
- Vznikne malé napětí.

Je možné použít i trochu složitější procedury, které využívají dražší materiály.

(viz <http://uk.youtube.com/watch?v=mibnOhczXEK>

nebo

http://blog.makezine.com/archive/2006/06/how_to_build_your_own_band_aid.html

nebo http://scitoys.com/scitoys/scitoys/echem/fuel_cell/fuel_cell.html)

Aplikace

- Výroba elektrické energie ve vesmírných lodích
- Komerční výroba elektřiny pro města a odlehlé výspy (např. meteorologické stanice)
- Notebooky/MP3 přehrávače/mobilní telefony/naslouchátka
- Motorová vozidla: většina vedoucích výrobců automobilů dnes vyvíjí auta na palivové články (Mitsubishi, Ford, General Motors, Honda, Toyota atd.)



autobus



auto



motocykl



letadlo



vojenské

Jak se palivové články vyrábějí?

Palivové články se neustále vyrábějí a vylepšují. Jak už jsme říkali, existuje pět hlavních typů palivových článků, které se běžně používají. Způsob výroby silně závisí na typu článku, na tom, jaké bude používat palivo, a na tom, jaké budou jeho aplikace. Některé zde uvedené články budou operovat při teplotách až 1000 °C, jiné při mírně nižší teplotě asi 600 °C. Zásadité články pracují při teplotě zhruba 60-70 °C. Je evidentní, že v každé situaci se budou využívat jiné materiály.

Takže, jaké jsou výhody?

- Možnost fungovat na bázi široké škály paliv
- Pokud bude palivem vodík, je nevyčerpatelným zdrojem; vzduch je vždycky zdarma!
- Prakticky žádné znečištění
- Vysoká spolehlivost
- Nízká údržba
- Tichý provoz
- Velmi vysoká energetická účinnost – v některých případech více než 80%, což vysoce přesahuje jednoduché elektrické články nebo konvenční spalovací motory
- Daleko větší výkon na jednotku váhy článku než u baterií
- Velmi dlouhá životnost

Jsou nějaká známá rizika?

Hlavní problém s palivovými články spočívá v tom, že některé z nich pracují při vysokých teplotách a jiné zase používají nebezpečné chemikálie. Pokud máte na paměti všechny tyto faktory a podniknete příslušná bezpečnostní opatření, mohou být palivové články používány velmi bezpečně.

V ideálním světě by byl jako palivo zvolen vodík. S používáním vodíkového paliva je jen jeden zjevný bezpečnostní problém. Tím je jeho obrovská hořlavost; musí být podniknuta extrémní opatření, aby se zamezilo úniku vodíku. Stačí se podívat na havárii vzducholodi Hindenburg (1937) nebo raketoplánu Challenger (1986), abychom viděli ošklivou připomínku ničivého potenciálu vodíku. Než začne veřejnost vodíku důvěřovat, je potřeba zdokonalit bezpečné metody jeho výroby a skladování.

Hlavním důvodem je fakt, že vodík bude k dispozici vždy. 70% povrchu Země pokrývá voda. Víme, že vodu je možné velmi snadno elektrolyticky rozložit na vodík (a kyslík). Existují i jiné procedury pro výrobu vodíku z jiných zdrojů (např. reformování ropných frakcí).

Budoucí vývoj

- Zvýšená účinnost
- Modifikace, aby bylo možné používat tuhá paliva?
- Lepší náklady nja výrobu vodíku
- Snížení velikosti palivových článků – vyšší přenosnost
- Používání méně nebezpečných materiálů/operačních podmínek

Zaujalo vás, co jste si přečetli?

Materiálu není rozhodně nedostatek. Podívejte se 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

webové stránky velkých výrobců automobilů

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

Seznam je téměř bez konce.....

Všechny obrázky, není-li uvedeno jinak, pocházejí z Google Images.