

V rámci projektu vaše škola dostala kromě samotného RC modelu auta také box, zaměřený na pokusy s obnovitelnými zdroji energie. V boxu najdete několik experimentů, které vám pomohou pochopit princip fungování těchto zdrojů.



Galvanický článek a elektrický potenciál

Proč to funguje?

Spojením dvou odlišných vodivých materiálů (kovových) vzniká potenciálový rozdíl, který generuje elektromotorické napětí.

Kde to funguje?

Tužkové baterie („suchý článek“), autobaterie.

+ jednoduchá a přenosná konstrukce, stálé napětí

- omezená životnost, využití těžkých kovů škodlivých k životnímu prostředí

Experiment č. 1 - Galvanický článek

Pomůcky: solný článek, chlorid sodný - NaCl, měděný plíšek

Poskytnutý solný článek naplňte roztokem chloridu sodného asi do dvou třetin a následně zasuňte hořčíkovou anodu. Takto sestavený článek připojte pomocí vodičů k libovolnému spotřebiči, či multimetru, který umožní měřit napětí na článku. Při znalosti Ohmova zákona lze stanovit i jeho výkon. Po seznámení vyzkoušejte rovněž odlišné scénáře a rozhodněte, které faktory ovlivňují účinnost galvanického článku:

a) Koncentrace elektrolytu

Overte, zda se napětí na článku mění s koncentrací solí v elektrolytu. Při pokusu uvažujte reálné koncentrace, které mohou nastat, pokud by solný článek měl sloužit jako zdroj energie např. říční voda, mořská voda, aj. Průměrná koncentrace solí (salinita) v mořské vodě je zhruba 35 g/l. Naměřené hodnoty zapište do tabulky:

c (g/l)					
U (mV)					
P (W)					

b) Teplota elektrolytu

Při zachování vstupní koncentrace elektrolytu overte, zda se napětí změní, bude-li se měnit teplota elektrolytu. Opět pracujte v reálném rozmezí teplot (0-60°C).

T (°C)					
U (mV)					
P (W)					

c) Materiál anody

Zaměňte hořčíkovou elektrodu, za jiný kov (např. zinek, železo, či měď) a pozorujte, zda se mění napětí na článku.

Seebeckův jev a Peltierův článek

Proč to funguje?

Teplotní gradient (rozdíl) mezi dvojicí odlišných polovodičů generuje elektromotorické napětí.

Kde to funguje?

Termočlánky, tepelné systémy pro elektroniku, ochrana potrubí, vesmírné sondy

+ jednoduchá a malá konstrukce, snadná regulace, dlouhá životnost, lze využít jako zdroj i jako spotřebič
- menší účinnost, špatný odvod tepla - přehřívání

Experiment č. 2 - [Seebeckův jev](#)

Pomůcky: termoelektrický článek, lihový teploměr - 2ks, teplá voda, led

Poskytnutý termoelektrický článek naplňte na jedné straně teplou, a na druhé straně studenou vodou, do obou nádobek zasuňte lihové teploměry. Obdobně jako v předchozím experimentu připojte sestavený článek pomocí vodičů k libovolnému spotřebiči, či multimetru, a zaznamenávejte napětí na článku v průběhu experimentu. Vyzkoušejte různé kombinace teplot vstupní vody.

- Jaký byl minimální teplotní gradient, při kterém článek stále generoval elektrický proud/měřitelné napětí?
- Bude se výdrž článku a minimální teplotní gradient měnit pokud experiment provedete i s jiným pracovním médiem (např. etanol, olej)?
- Opakem Seebeckova, či termoelektrického jevu je Peltierův jev. Pokud prochází proud obvodem se dvěma rozdílnými polovodiči zapojenými v sérii, pak se jedna ze styčných ploch ochlazuje a druhá zahřívá. Tohoto se hojně využívá například v elektronice, dokážete říci proč?

Elektrolýza vody a vlastnosti vodíku

Proč to funguje?

Při dostatečně velkém napětí je molekula vody disociována (rozštěpena) na vodík a kyslík.

Kde to funguje?

Termočlánky, tepelné systémy pro elektroniku, ochrana potrubí, vesmírné sondy

+ lze využít jako zdroj kyslíku (a vodíku) v odlehlých oblastech a ve vesmíru
- vysoká spotřeba elektrické energie

Experiment č. 3 - [Elektrolýza vody](#)

Pomůcky: elektrolyzátor nebo reverzibilní palivový článek, libovolný zdroj elektrické energie, destilovaná voda, injekční stříkačka, mýdlová směs, krbové zápalky/špejle

Po vyjmutí z ochranného obalu je nutné nejprve membránu elektrolyzátoru i palivového článku navlhčit. Pro navlhčení použijte injekční stříkačku s hadičkou připojenou k libovolnému otvoru po stranách článku. Dostatečné zvlhčení, lze poznat podle vody vytékající z otvorů na druhé straně

**Před prvním
použitím**

článku. Membránu není nutné vlhčit před každým experimentem, pokud probíhají v rámci jedné vyučovací hodiny, pouze při delších prodlevách. Po ukončení experimentů uchovávejte články v uzavíratelných sáčkách, abyste předcházeli jejich vysychání.

K otvorům zavlhčeného elektrolyzéro připojte silikonové hadičky, tak aby jejich vyústění na každé straně vedlo k právě jedné ze zásobních nádrží (označeno H_2 a O_2). Zbylé otvory utěsněte záslepkou. K takto sestavenému článku připojte nejprve tužkové baterie, abyste ověřili jeho funkčnost.

Pokud vidíte, že se zásobní nádrže plní vodíkem a kyslíkem, pak elektrolyzér funguje a můžete pokračovat i se složitější kombinací zdrojů el. energie.

a) Napište rovnici elektrolýzy vody, přijdete na to proč se zásobní nádrž s vodíkem plní rychleji?

b) Jak lze dokázat, že vznikající plyn je opravdu vodík? Uvolněte hadičku ze zásobní nádrže a umístěte ji do misky s mýdlovou směsí, malé množství vodíku zachyceného v bublinách je možné zapálit špejlí. Pamatujte, vodík je extrémně hořlavý plyn, a proto pracujte vždy pod dohledem učitele!

c) Elektrolýza vody je velice energeticky náročný proces. Z dodaného Horizon Energy Boxu vyberte obnovitelné zdroje energie, o kterých si myslíte, že dokáží elektrolýzou generovat vodík a připojte je k elektrolyzéro. Dokázal to některý? Pokud ano porovnejte jejich účinnost z hlediska množství vyprodukovaného vodíku za daný časový úsek, např. 1 minuta.



Veškeré membránové technologie jsou vysoce citlivé na kvalitu vody, proto při práci s elektrolyzéro, či palivovými články používejte vždy destilovanou vodu! Pro zachování delší životnosti je možné použít také vodu demineralizovanou.

Přeměna chemické energie na elektrickou a PEM palivový článek

Proč to funguje?

Palivový článek přeměňuje skrze protonově vodivou membránu chemickou energii reakce vodíku a kyslíku na energii elektrickou.

Kde to funguje?

Viz kapitola [historie palivových článků](#)

+ vysoká účinnost, stálý výkon, přenosné - malá konstrukce

- omezená životnost, použití drahých kovů pro katalyzátory - vysoká cena

Experiment č. 4 - [Vodík, skrytá energie](#)

Pomůcky: reverzibilní palivový článek, libovolný elektrický spotřebič (max. příkon 3W), destilovaná voda, injekční stříkačka

Pokud jste pro předchozí experiment využili reverzibilní palivový článek, stačí namísto zdroje připojit jakýkoliv spotřebič a palivový článek začne automaticky produkovat elektrickou energii. Pokud jste použili elektrolyzér, odpojte silikonové hadičky (pozor - musí být zaškrcené, aby nedošlo k úniku plynů) a připojte je obdobným způsobem k zavlhčenému palivovému článku (viz výše). Dbejte na to, abyste připojili správnou zásobní nádrž k patřičně označené straně palivového článku (označeno H_2 a O_2). Pokud palivový článek nezačne vyrábět elektrickou energii ihned po otevření svorky, „probudte“ jej opakovaným zmáčknutím přívodní hadičky vodíku.

- a) Obdobně jako v předchozím experimentu si zvolte alespoň 2 spotřebiče z Horizon Energy Boxu a porovnejte výkon vodíkového palivového článku s ostatními obnovitelnými zdroji. Jaké jsou výhody této technologie?
- b) Účinnost membránových procesů je závislá na teplotě, zjistěte, zda se změní výkon palivového článku, pokud jej budete ochlazovat nebo naopak mírně zahřejete (např. fénem). Stejným způsobem lze provést i pro elektrolyzátor, kdy měříme rychlost vylučování vodíku.
- c) Uvažujte 10 ml vodíku, jehož spalné teplo činí $12\,760\text{ kJ/m}^3$. Spočítejte, kolik kWh získáte spálením 10 ml a kolik kWh získáte přeměnou chemické energie 10 ml vodíku na elektrickou, pomocí 3W palivového článku ($1\text{Wh} = 3,6\text{ kJ}$)?

<HR>