

Galvanické pomědování

Materiál vznikl v rámci projektu Gymnázia Cheb s názvem Příprava na Turnaj mladých fyziků. Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvkskoly.cz.

Autorský tým: Pavel Böhml, Hana Böhmlová, Filip Danko, Lucie Filipenská, Petr Kácovský, Věra Koudelková, Daniel Novopacký, Ilona Šimánková, Martin Vlach. Děkujeme i všem ostatním lidem, kteří přispěli k tvorbě materiálů. Pro případ dalších námětů, komentářů, nalezených chyb a podobně využijte e-mailovou adresu pavel.bohm@mff.cuni.cz

VIDEO

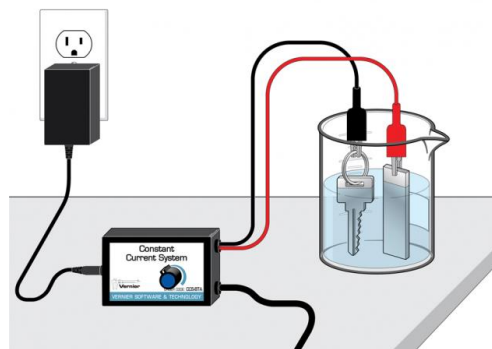
<http://www.vernier.cz/video/galvanicke-pomedovani>

ZÁMĚR ÚLOHY

Pomocí této úlohy mohou žáci prozkoumat galvanické pomědování. Učitel může podle situace zůstat jen u kvalitativního popisu, nebo zařadit v různé míře i měření a výpočty.

POMŮCKY

- [datalogger Vernier LabQuest 2](#)
- [zdroj pro elektrochemii CCS-BTA](#)
- jako elektrody mohou posloužit například dvě uhlíkové tyčinky (mohou být tuhé do tužky)
- kádinka
- modrá skalice
- citlivé váhy



TEORETICKÝ ÚVOD

Modrá skalice je pentahydrát síranu měďnatého. Tvoří modré krystaly a je toxická.

Při elektrolýze se ve vodném roztoku modré skalice z měďnatých kationtů stávají atomy mědi, které se vylučují na elektrodě.

Měříme-li elektrický proud v průběhu elektrolýzy, můžeme odhadnout celkový počet atomů mědi, které se na elektrodě vyloučily.

ÚKOLY

A. Příprava

1. Rozmíchejte v kádince několik lžiček modré skalice.
2. Připojte senzor Vernier CCS-BTA do elektřiny a propojte jej s LabQuestem.
3. Nastavte otočným knoflíkem proud na nulu.
4. Nastavte dobu měření na 2000 sekund nebo více (podle možností) a frekvenci měření na 1 Hz.
5. Elektrody zvažte na citlivých vahách.
6. Připojte elektrody k senzoru a ponořte téměř celé do roztoku tak, aby se vzájemně nedotýkaly a aby do roztoku nebyly ponořeny přívodní vodiče s krokodýlky.

B. Měření

7. Spusťte měření.
8. Otočte knoflíkem senzoru CCS-BTA do druhé krajní polohy, čímž zvýšíte proud. Konkrétní hodnota dosaženého proudu závisí na momentálním experimentálním uspořádání, zejména na velikosti elektrod.
9. Nechte experiment probíhat aspoň 2000 sekund – pokud můžete, tak i déle. Během experimentu pozorujte dění na elektrodách a věnujte se teoretickým úkolům (bod 13 a dále).
10. Po dostatečně dlouhé době (aspoň 2000 sekund) otočte knoflíkem zpět do nulové polohy, čímž snížíte proud na nulu.
11. Zastavte měření a hodnoty uložte (Soubor → Uložit).
12. Vytáhněte elektrody opatrně z roztoku a nechte je oschnout. Mezitím se věnujte následujícím teoretickým úkolům.

C. Úvahy a výpočty

13. Popište, co jste pozorovali na jednotlivých elektrodách.
14. Kolik elektronů musí přijmout měďnatý kation, aby se z něj stal atom mědi?
15. Kolika elektronům odpovídá proud 0,5 A po dobu 3 sekund?
16. Zjistěte, kolik elektronů prošlo elektrodami během celého experimentu. Využijte k tomu nástroj numerické integrace (Analýza → Integrál), který umí spočítat plochu pod grafem.
17. S využitím výsledků bodu 16 a tabulek určete, o kolik by měla narůst hmotnost poměděné elektrody.
18. Poměděnou elektrodu znovu zvažte a porovnejte hodnoty s výpočtem v bodě 17.

POZNÁMKY PRO UČITELE

Toxicita modré skalice

Pozor na to, že modrá skalice je toxická.

Baterie LabQuestu

LabQuest vydrží v provozu několik hodin. Pokud není na začátku experimentu zcela nabitý nebo pokud chcete provádět experiment velmi dlouho, doporučujeme pro jistotu LabQuest připojit ke zdroji elektrického proudu.

Elektrody

Ideální je použít jednu měděnou a jednu uhlíkovou elektrodu. Lze ovšem používat i různé jiné kombinace, můžete poměďovat také třeba klíče nebo hřebíky. Ověřili jsme, že lze použít i obyčejné tuhy do mikrotužky, jak je vidět na videu. Nevýhodou tuhy do mikrotužky je, že se patrně nejedná o čistý uhlík, může pak docházet k rozpouštění nejrůznějších přidaných látek do roztoku.

Manipulace s elektrodami

Zejména při použití tuh do mikrotužky je třeba počítat s tím, že jsou velmi křehké. Při manipulaci dejte pozor, aby se nezlomily a aby neodpadávala měď, která se na elektrodách vyloučila.

Úkol 13

Na kladné elektrodě se tvoří bublinky kyslíku. Na záporné elektrodě se vylučuje měď. Vrstva mědi postupně sílí a připomíná barvou i strukturou rez.

Úkol 14

Z měďnatého kationtu stane atom mědi po přijetí dvou elektronů.

Úkol 15

Jeden ampér odpovídá toku náboje 1 coulomb za sekundu. Jeden coulomb je

$\frac{1}{1,602 \cdot 10^{-19}}$ elektronů. Půl ampéru za tři sekundy tedy odpovídá množství
 $9,36 \cdot 10^{18}$ elektronů.

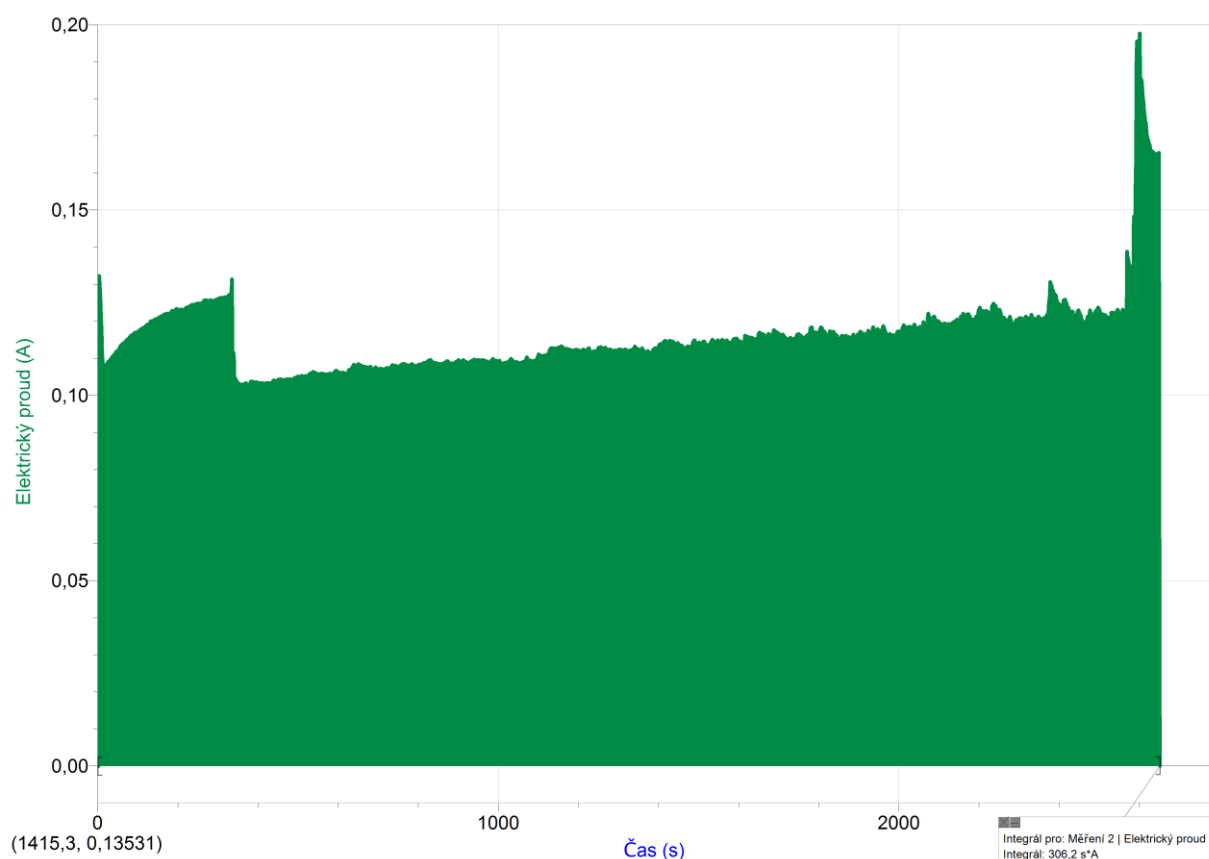
Úkol 16

Při konstantní velikosti elektrického proudu by byl celkový náboj, který prošel elektrodami, roven součinu elektrického proudu a času. V obecném případě odpovídá velikost náboje ploše pod grafem.

Pro výpočet plochy pod grafem (numerickou integraci) můžeme využít nástroj Analýza → Integrál. Výsledek je v ampérsekundách, což jsou coulomby.

Senzor CCS-BTA během experimentu udržuje proud víceméně konstantní, nicméně k malým změnám docházet může, ať už vlivem změněné velikosti povrchu elektrod, nebo tím, že s elektrodami během experimentu nechtěně pohneme.

Při jednom z našich měření (graf níže), které trvalo cca 2500 sekund byl celkový náboj 306,2 ampérsekund (coulombů). Tomu odpovídá $1,94 \cdot 10^{21}$ elektronů.



Úkol 17

Podle tabulek je relativní atomová hmotnost atomu mědi 63,546, hmotnost jednoho atomu je tedy $1,05 \cdot 10^{-25}$ kg. Na každé dva elektrony byl vyloučen jeden atom mědi, dle výsledků úkolu 16 a měření elektrického proudu během elektrolýzy by tedy nárůst hmotnosti poměděné elektrody měl být 0,1008 g.

Úkol 18

V našem případě měla elektroda na počátku hmotnost 0,22 g, na konci 0,33 g. Rozdíl tedy činí 0,11 g. To je ve vynikající shodě s teoretickým odhadem v úkolu 17.