
VILLANYSZERELŐ KÉPZÉS

2 0 1 5

ELEKTROTECHNIKA 6.

VILLAMOS ÁRAM VEGYI HATÁSA

ÖSSZEÁLLÍTOTTA
NAGY LÁSZLÓ
MÉRNÖKTANÁR

Tartalomjegyzék

Elektrokémiai alapfogalmak.....	3
Galvánelemek	4
Szárazelemek	5
Akkumulátorok	6

Elektrokémiai alapfogalmak

Elektrolitnak nevezzük a savak, lúgok és sók vizes oldatát. Az oldott anyagok ionos kötéseben az egyik, általában a fém atom, elektront ad le, a másik általában nem fém atom ezt az elektront felveszi. Oldódáskor az ionos kötések felbomlanak és ionok jönnek létre. Az elektront leadó ion pozitív, az elektront felvevő ion negatív töltésű lesz. Ionos kötés atomcsoport esetén is (pl. szulfátion) létrejöhet. Az ionokra bomlást disszociációnak nevezzük. Példák a disszociációra:

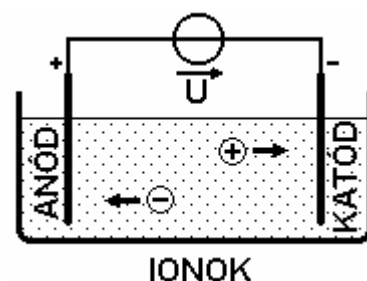
Kénsav	H_2SO_4	2H^+	és	SO_4^{--}
Nátronlúg	NaOH	Na^+	és	OH^-
Cink-klorid só	ZnCl_2	Zn^+	és	2Cl^-
		kationok		anionok

Az elektrolit oldatban tehát mozgékony ionok vannak melyek, mint töltéshordozók a villamos áram vezetésére képesek. Két, néhány voltos feszültségforrásra kapcsolt szén rudat (elektrodát) merítve az elektrolitba, áram indul meg. A negatív ionok a pozitív elektróda (az anód), a pozitívak a negatív elektróda (a katód) felé vándorolnak. Folyadékokban tehát nem elektronok, hanem ionok a töltéshordozók. Az oldatok általában már szobahőmérsékleten is sok iont tartalmaznak, ezért viszonylag jó vezetők. Magasabb hőmérsékleten több molekula disszociál, vagyis a szabad töltéshordozók száma a hőmérséklettel arányosan növekszik, és az oldat ellenállása csökken. Az elektrolit NTK jellegű. Az ionok tömege és mérete több ezerszer nagyobb, mint az elektronoké, így sokkal kisebb sebességgel áramlanak, mint fémekben az elektronok. Ha az elektrolitban valamilyen só van feloldva, akkor a pozitív ionok a katódhoz érve onnan elektront vesznek fel és mint semleges fématom kiválnak az elektródán. Ugyanekkor a negatív ionok az anódon leadják elektronjaikat és a vízből H^+ ionokat vesznek fel, azaz savvá alakulnak. A hidrogénjétől megfosztott vízmolekula oxigénje gáz formájában kiválik az anódon. Ha az elektrolitban valamilyen sav van feloldva, akkor a katódon nem fém válik ki, hanem hidrogén. A víz oxigénre és hidrogénre bontását, illetve az elektrolitból a fém kiválasztását elektrolízisnek nevezzük. A kiválasztott fém mennyiségét Faraday határozta meg először, mely szerint a kiválasztott fém tömege függ az áramerősségtől, az időtartamtól, azaz a töltéstől és az adott anyagra jellemző állandótól, az egységni töltés által kiválasztott anyag mennyiségétől.

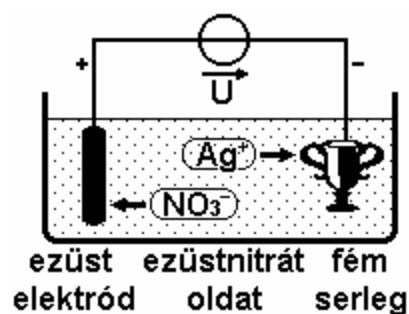
$$m = c \cdot I \cdot t = c \cdot Q$$

Az elektrokémiai egyenérték jele: c , mértékegysége $[c] = \text{mg} / \text{As}$.

Az elektrolízis folyamán, a katódon annyi fém válik ki, amennyit az elektrolitban feloldott só vagy lúg tartalmaz. Ha fém ionok mind kiválnak, akkor az oldat savas kémhatásúvá válik. A katódon a fém kiválasztása fenntartható, ha az anód szénrúd elektródáját egy fém-tömbre cseréljük, és ennek a fémnek a sójából állítjuk elő az elektrolitot. Például rézhez

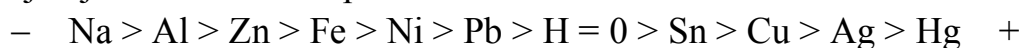


rézsulfát, cinkhez cink-klorid, ezüsthöz ezüst-nitrát, stb. elektrolit szükséges. A negatív töltésű (pl. SO_4^{--} savmaradék) ionok az anódon leadják az elektronjaikat és egyben a fém tömbből pozitív fémiont visznek az oldatba. Ez a fémion fog a katódon kiválni. Az elektrolit vegyi összetétele nem változik meg. Ha katód szén rúd elektródáját is valamilyen fém alkatrészre cseréljük, akkor ennek a felületén fog a kiváló fém réteget létrehozni. Ezt az eljárást nevezzük galvanizálásnak. Műanyag alkatrészeken is lehet fémbevonatot képezni, ha a felületüket előzőleg grafitral vonják be. A galvanizálást esztétikai, kopásállósági, korrózió védelmi és villamos tulajdonságok javítási céljából alkalmazzák. Az elektrolízis fontos alkalmazási területe a fémkohászat, a réz, alumínium, magnézium, kálium, nátrium stb. előállítása.



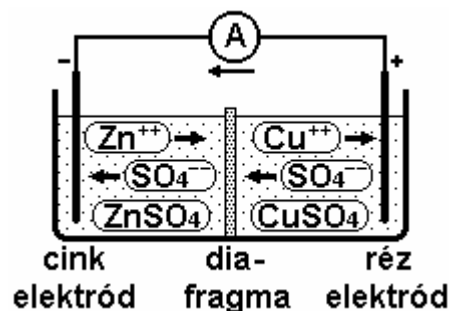
Galvánelemek

A galvánelem olyan feszültségforrás, melyben a kémiai energia elektromos energiává alakul át úgy, hogy az elektródáknál végbemenő folyamatokat térben elkülönítjük egymástól. A galvánelem működésének alapja az elektródpotenciál. Saját sójának vizes oldatába merített fém elektróda és az elektrolit között potenciálkülönbség alakul ki. A fémről, elektronok hátrahagyásával pozitív fémionok mennek az oldatba, tehát a fém töltése az oldathoz képest negatív lesz. Az oldatból, elektronok hátrahagyásával pozitív ionok válnak ki az elektróda felületén, tehát a fém töltése az oldathoz képest pozitív lesz. A potenciálkülönbség nagysága akkora, hogy megakadályozza a további elektronátadást. A különféle fémek sorba rendezhetők a rájuk jellemző elektródpotenciál értéke szerint:



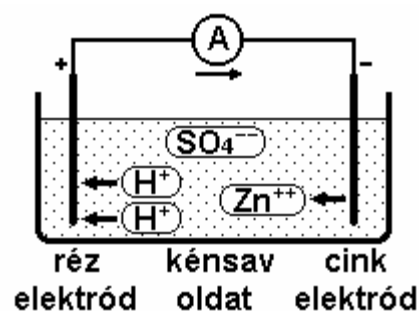
A pontos értékek táblázatokban megtalálhatók.

Egy elektróda és az elektrolitja zárt rendszert alkot, tehát a közöttük fellépő feszültséget nem lehet sem mérni, sem hasznosítani. Galvánelem előállításához két elektróda szükséges úgy, hogy az egyiket a H-tól jobbra, a másikat a H-tól balra lévőkből választjuk ki. Zárt áramkört a diafragma (máztalan cserép esetleg pergament papír) biztosítja úgy, hogy az ionokat átengedi, de az elektrolitok keveredését megakadályozza. Az ábra a Daniell elem szerkezeti felépítését mutatja. Az egyik elektróda cink, mely ZnSO_4 oldatba, a másik elektróda réz, mely CuSO_4 oldatba merül. Az oldatok koncentrációja 1 mol/dm^3 -es. A Zn elektródból Zn^{++} ionok lépnek az oldatba, miközben két elektront hátrahagynak. Az elektronok a vezetéken és az árammérőn keresztül átáramlanak a Cu elektródra, ahol az oldatban lévő Cu^{++} ionok ezeket felvéve fémréz formájában kiválnak az



oldatból. A réz elektród potenciálja $0,34\text{ V}$, a cinké $-0,76$, tehát az elrendezés üresjárási feszültsége $U = 0,34 - (-0,76) = 1,1\text{ V}$. Az energia átalakítási folyamat a Zn elektróda elfogyásáig, illetve az összes réz kiválásáig tart.

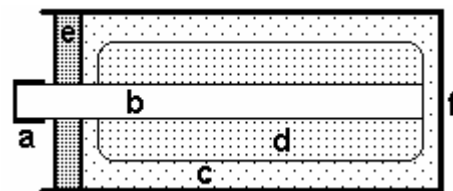
A Volta-féle elem elektródái is rézből, illetve cinkből állnak, de mivel a hígított kénsav elektrolitjuk közös, ezért nincs szükség diafragmára. Az elektrolitban a kénsav H^{++} -ra és SO_4^{--} -ra disszociál. A szulfácion, a cink elektródából két elektron hátrahagyásával kilépő Zn^{++} ionnal cinkszulfátot képez, a két hidrogénion a réz elektródáról elektron felvétellel semlegesítődik és parányi gázbuborékok formájában az



elektródot beborítva kiválik. Réz helyett a $H = 0\text{V}$ -os hidrogén merül az oldatba és így a réz elektródpotenciálja nem vesz részt az forrásfeszültség képzésében, tehát az üresjárási feszültség a cink elektródpotenciáljával, $U = 0 - (-0,76) = 0,76\text{ V}$ lesz azonos. A hidrogén kiválás jelenségét átpolarizálódásnak nevezzük, és kialakulását az elektróda mozgatásával vagy depolarizátor alkalmazásával igyekszünk megakadályozni. Az energia átalakítás során a cink elektróda egyre jobban fogy, az elektrolit cinkszulfáttá alakul, az elem kimerül és nem lehet regenerálni sem.

Szárakelemek

A Volta-féle elem alapján készülnek a mindennap használatos szárakelemek. Az elem egy hengeres cink serlegben (f) helyezkedik el, ami egyben a negatív elektróda is. A pozitív elektróda egy néhány mm átmérőjű grafit rúd (b), egyik végére sajtolt fém érintkező sapkával (a). A depolarizátor mangándioxid (MnO_2), más néven barnakőpor (d), ami az elektródon fejlődő hidrogént, oxigén leadásával megköti. Az elektrolit ammónium-klorid más néven szalmiáksó (NH_4Cl) és cink-klorid (ZnCl_2) oldat keveréke (c). A száraz elem elnevezést az indokolja, hogy az elektrolit keményítőben van elegyítve, ezért nem folyik. A párolgást egy szurok réteg (e) akadályozza meg. A szén és a cink elektródpotenciálja alapján a forrásfeszültség $U = U_C - U_{\text{Zn}} = 0,74 - (-0,76) = 1,5\text{ V}$. Az elem működése közben elfogy a cink serleg, emiatt az elektrolit károsíthatja a működtetett készüléket. Ennek elkerülésére készülnek acélköpeny borítású elemek is. A kereskedelemben, többféle méretben, góliát, bébi, ceruza és mikro ceruza néven, A, AA, AAA jelzéssel forgalmazzák. Korszerű, hosszú élettartamú elemekben alkalmazott elektródák alkáli-mangán, higanyoxid, ezüstoxid és lítium. Széles mérettartományban készülnek gombaelemek is.



Akkumulátorok olyan energia átalakítók, melyekben a lejátszódó vegyi folyamatok megfordíthatók. Alaphelyzetben az elektródák anyaga azonos, ezért közöttük potenciál különbség nincs. Töltéskor külső energiaforrás elektrolízist indít meg, az elektródák minősége megváltozik, polarizálódnak. Kisütéskor galvánelemként működve a töltéskor felvett energiát egy külső fogyasztónak adják át, miközben az elektródák anyaga alaphelyzetbe kerül.

A savas vagy ólom akkumulátor elektrolitja 30%-os hígított kénsav. A negatív elektród (katód) több párhuzamosan kötött rácsos szerkezetű, lemez alakú ólom-antimon öntvény. A rácsok közé ólomoxiddal kevert minium masszát préselnek. Töltés közben szivacsos ólommal alakul. A pozitív elektród (anód) szerkezetileg azonos felépítésű, mint a katód, de az ólom-oxid és minium massa kénsavat is tartalmaz. Töltés során ólomdioxiddá alakul. A lemezek távtartó szigetelők segítségével, fésűszerűen egymásba csúsztatva, üveg vagy keménygumi edénybe kerülnek. A negatív lemezekből eggyel több van, így a pozitív lemezeket közrefogva, minden oldal részt kémiai folyamatban. A lejátszódó teljes vegyi folyamat:

katód	elektrolit	anód	folyamat	katód	elektrolit	anód
PbSO ₄	2H ₂ O	PbSO ₄	töltés ⇒	Pb	2H ₂ SO ₄	PbO ₂
			⇐ kisütés			

Töltéskor a katódon hidrogén, az anódon oxigén szabadul fel, a töltő helyiséget szellőztetni kell. A sav koncentrációja töltéskor növekszik, kisütéskor csökken, a pillanatnyi energiatartalom savszint mérésével meghatározható. Cellafeszültségek: üresjárási 2 V, töltési 2,4 V, kisütési 1,8 V. Az akkumulátor névleges tároló képessége (kapacitása) az az Ah-ban mért töltésmennyiség, amely a teljesen feltöltött akkumulátorból, a megengedett legkisebb feszültségig kisütve kivehető. Belső ellenállás mérettől függően 0,1 mΩ ÷ 1 Ω tartományba esik. A zárlati áram 1 kA-t is elérheti, és a tartós túlterhelést kerülni kell, mert károsítja a belső szerkezetet. Az Ah határfok a kivehető és betáplált töltések viszonya (80 ÷ 90 %). A Wh határfok a kisütéskor és töltéskor végzett villamos munkavégzés viszonya (60 ÷ 80 %). A Wh határfok rosszabb az Ah határfoknál, mert az akkumulátoron átfolyó mindkét irányú áram hőt fejleszt. Végleges károsodás lép fel a túlságos kisütéskor, az 1,8 V-nál kisebb cellafeszültséget nem szabad megengedni. Töltési adatok tapasztalati értéke: töltési idő 10 óra, a töltőáram az Ah kapacitás 1/10-e. Például egy 45 Ah akkumulátort 4,5 A-rel 10 órán keresztül célszerű tölteni. Felhasználási területek: gépkocsi ipar, vészvilágítás és vagyonvédelmi berendezések, telefonközpontok, szünetmentes tápegységek, stb. Hátránya, hogy nehéz, rázkódásra érzékeny, használati helyzete kötött.

A lúgos akkumulátor elektrolitja 25 %-os kálilúg (KOH). A negatív elektróda vashidroxid (Fe(OH)₂), a pozitív elektróda nikkel-hidroxid (Ni(OH)₂). Az elektróda anyagok rácsos szerkezetű, lemez alakú hordozóba vannak sajtolva. A lejátszódó vegyi folyamat:

katód	anód	folyamat	katód	anód
Fe(OH)_2	2Ni(OH)_2	töltés $\Rightarrow$	Fe	2Ni(OH)_3
		$\Leftarrow$ kisütés		

A Ni-Fe akkumulátor cellafeszültsége 1,35 V. Teljes kisütés után is újratölthetők. Az ólom akkumulátorokhoz viszonyítva hosszabb az élettartamuk, könnyebbek és kevésbé érzékenyek a külső mechanikai hatásokra. Hátrányuk a kisebb kapocsfeszültség és rosszabb hatásfok. A Ni-Fe akkumulátor korszerű utódja a nikkel-kadmium (Ni-Cd) és az ezüst-cink akkumulátor.
