
Elektrokémiai szemléltetés

DÁVID ISTVÁN – FARKAS JÓZSEF – SIPOSNÉ GYARMATI TERÉZIA

A kémiatanítás egyik legfontosabb feladata, hogy a természetben található anyagok sajátágaival, a természeti jelenségekkel, a kémiai változásokkal és azok okaival megismertesse a tanulókat. Ez hatékonyan csak sokrétű szemléltetéssel oldható meg. A szemléltetést csak akkor értelmezzük helyesen, ha tények olyan tanulmányozására gondolunk, amelyben pedagógus és tanuló egyaránt aktív; az ismeret alapját képező tények feltárását nem egyszerűen közlés szinten találjuk, hanem a tanulókat minden lehetséges esetben bevonjuk a felfedező munkába.

A szemléltetés során arra kell törekednünk, hogy a tanulókra a jelenségek, folyamatok leglényegesebb vonásai gyakoroljanak hatást, s a másodrendű sajátosságok lehetőleg ne vonják el figyelmüket: így lesz adott a lehetőség az alapvető összefüggések felismerésére. Ennek kémia órákon különösen a kísérletezés során van kiemelkedő jelentősége. Fontos, hogy olyan megvalósítási módokat, kísérleti elrendezéseket alakítsunk ki, melyek a szemléltetni kívánt jelenség lényegére irányítják a figyelmet, és az életszerűség bevihető legyen magába a folyamatba. Ily módon a kísérlet nemcsak a látványosság, hanem a természettudományos ismeretszerzés, a való világ megtapasztalásának eszköze lesz.

A céltudatos észlelést lehetővé tevő szemléltetés előtt szükséges egy olyan megbeszélés, amely a megfigyeléshez nélkülözhetetlen szempontokat tisztázza, előzetesen megfogalmaz bizonyos alapvető problémákat, mely által a figyelmet a valóban lényegesre irányítja.

A kémiatanítás során alkalmazott szemléltetési módok közül legfontosabb a kísérletezés. L. A. Cvetkov megfogalmazása szerint "A kísérletezés valamely jelenség tanulmányozása különleges, e célból létrehozott körülmények között. A körülményeket a kísérletező változtatja is azért, hogy feltárja az anyagok közt fennálló valamennyi összefüggést."

A kísérlet tehát eszköz a tanár kezében, amellyel (természetesen a tanulók bevonásával) vallathatja a természetet, és a megismerési folyamat alapjául szolgáló tényekhez, tapasztalatokhoz juttatja a tanulókat.

A tanórai kísérletek kiválasztásánál több szempontot is figyelembe kell venni. Mindenekelőtt ügyelnünk kell a kísérletek lényegretörő voltára (erre már korábban kitértünk). Az iskolai kísérletek időtartama is erősen korlátozott, csak a rövid, néhány perces műveltsorok építhetők be hatékonyan a tanítási óra menetébe. Sokszor technikai lehetőségeink is korlátot szabnak a bemutatásnak. Napjainkban egyre több iskola küzd az alapvető eszközök és vegyszerek hiányával. Mindezek figyelembevételével a kísérlet – Pais István szavait idézve – "nem öncélú, hanem a kémiával kapcsolatos jelenségek, törvényszerűségek megtanításának egyik legfontosabb eszköze" lesz.

A jelenlegi iskolarendszerben (általános iskolát és a középfokú intézményeket tekintve) általában öt tanéven keresztül tanítunk kémiát. A középiskolai tananyag

mintegy kibővített ismétlése az általános iskolainak. Az viszont felöleli a kémia valamennyi fontos területét, így nincs elég idő a tényleges alapozásra. Ez, az átfedések megszüntetésével könnyen megoldható lenne, gondolva arra a tényre is, hogy jelentős az alapképzés befejezésekor az oktatásból kilépők száma.

A Nemzeti Alaptanterv (NAT) tervezete alapján elkészítettünk egy témalistát, amely tartalmazza a kémiatanítás fontosabb tételeit. Ebben szerepelnek olyan, általunk elengedhetetlennek tartott témakörök is, melyek a NAT tervezetében nem találhatók meg (ezeket külön jelöltük). Elképzelésünk szerint az általános iskola 7. és 8. osztályában – illetve az iskolarendszer reformja után az életkornak megfelelő csoportokban – az alapokat (I-IV. témakör) kellene megtanítani. A két tanév folyamán elegendő idő lenne ezek alapos elsajátítására, gyakorlására. A 8., ill. a megfelelő osztály végén egy diagnosztikus vizsgálattal mérhető az elért tudásszint, melynek visszacsatoló jellege az esetleges korrekciókat jelezheti. Ezekre az ismeretekre alapozva lehetne megkezdeni a középiskola első évfolyamán a szerves, a második évfolyamon pedig a szerves kémia tanítását. 16 éves korban alpműveltségi vizsgát tennének a tanulók, a továbbiakban pedig fakultatív keretek között mélyíthetnék kémiai ismereteiket. Ez összhangban áll a NAT vonatkozó ajánlásaival, melynek értelmében minden tantárgy tantervének tartalmazni kell egy minimum és egy optimum szintet.

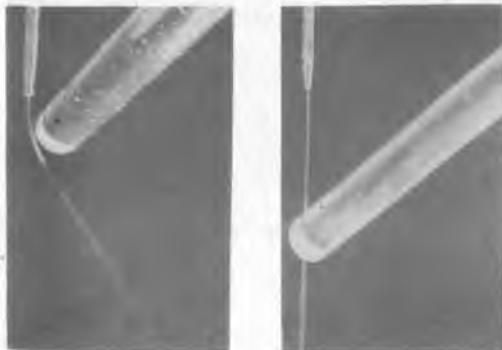
Mindezek megvalósításához a tanítási-tanulási folyamat hatékonyságának növelésére és nem utolsósorban megfelelő segédeszközökre lenne szükség, amelyek – sajnos – ma még nem állnak rendelkezésre. Ezt a problémát egy színes tankönyvből, kísérletgyűjteményből, tanári kézikönyvből, írásvetítő fóliából, diasorozatból, videofilmről és komputeranímációból álló oktatócsomag segítségével tartjuk megoldhatónak. A szemléltető eszközök (fólia, dia, videofilm, program) a jelenségek lényegét megvilágító kísérletek egyes mozzanatainak – kiindulási, közbenső, végállapot – színhű képeit, animációit tartalmazzák. Ezek közül természetesen minden oktatási intézmény azt alkalmazná, amelyhez technikai lehetőségei adottak. Ugyanezekkel a képekkel találkozónának a tanulók az otthoni felkészülés során tankönyvükben, színes kísérletgyűjteményükben.

Ezek a szemléltető eszközök nem helyettesíthetik a tanórai kísérleteket, azonban kitűnően használhatók a tanulók figyelmének, érdeklődésének fenntartására. Az élő kísérlet lényegi vonatkozásai csak pillanatokig tartanak – amelyről esetleg lemarad a tanuló –, de az oktatócsomag vonatkozó részeinek óráközi együttes használata ezeket újra feleleveníti, megkönnyítve a pontos megfigyelést, rögzítést.

Munkacsoportunk már megkezdte ezen oktatócsomag összeállítását. Az elektrokémia témakörhöz elkészítettünk egy logikai vázlatot, kidolgoztuk a követelményrendszert és a számonkéréshez szükséges feladatsorokat (A, B, C, D változatban), illetve az ezekhez tartozó javítókulcsokat. A feladatlapok fólián történő kivitelezése lehetővé teszi, hogy azokat a számonkérésen kívül szemléltetésre is használjuk (természetesen a szükségtelen részeket letakarva!). A tesztlapok képanyaga dián is rendelkezésünkre áll, illetve a kísérletekről videofelvételünk vannak.

Ezen oktatócsomag motivációs alapja az életkori sajátosságok – a minden gyermekben meglévő kíváncsiság, játékoság és az esztétikus, színes dolgok iránti vonzódás – kiaknázása. Ily módon diákjaink könnyebben megértik az őket körülvevő világot, sikerélményben gazdagabbá válnak, önbizalmuk növekszik, tudásvágy alakul ki bennük és megszeretik a tanulást. Öveges József szavai szerint ugyanis "A tudományban nincsenek nehéz és könnyű dolgok, csak megértettek és meg nem értettek".

1.



Megdörzsölt üvegbot segítségével a bürettából kifolyó vizet eltéríthetjük.
a.) Milyen polaritásúak a vízmolekulák?

b.) A másik bürettába töltött folyadékot nem tudjuk eltéríteni. Miért?

c.) Az alábbi anyagok közül melyekkel tudnánk a második kísérletet elvégezni? (Húzd alá a megfelelőt.)

H₂O, benzin, benzol, etilalkohol, CCl₄, HCl

2.



CuSO₄-oldatban Zn-lemezt helyezünk. Néhány perc múlva a Zn-lemezen Cu kiválást észlelünk.

a.) Milyen reakció típusba tartozik a reakció?

b.) Írd fel a lejátszódó folyamat egyenletét és értelmezd a reakciót!

3.



Írd fel a lejátszódó reakcióegyenletben az egyes atomok oxidációs számát!



Az oxidációs szám változás alapján rendezd az egyenletet! Melyik atom oxidálódott, melyik redukálódott?

4.



Kristályos CuSO_4 , desztillált víz és CuSO_4 -oldat vezetőképességét vizsgáljuk.

a.) Milyen rácsfpusba tartozik a CuSO_4 ?

b.) Miért nem vezeti az elektromos áramot?



c.) Mi az oka annak, hogy a desztillált víz nem, a CuSO_4 - oldat azonban jól vezeti az elektromos áramot?



5.



Készíts galvánelemet 2 Ft-os (réz) és 1 Ft-os (Al) pénzérmék felhasználásával!

a.) Írd fel a galváncella diagramját!

b.) Melyik lesz az elem (+) illetve (-) pólusa?

c.) Írd fel a lejátszódo redukció és oxidáció egyenletét!

d.) Számítsd ki a galvnelem E_{ME} -jét!

A standardpotenciálok: Cu/Cu^{2+} + 0,34 V
 Al/Al^{3+} - 1,66 V

6.



Egy főzőpohárban CuSO_4 -oldatot elektrolizálunk grafit-elektrodok között!

- Milyen ionok találhatóak az oldatban?
- Mi játszódik le a katódon?
- Milyen folyamat zajlik le az anódon?
- Hogyan tudnád kimutatni az anódon fejlődő gázt?

7. FeCl_2 - oldatot elektrolizálunk.

a.) Írd fel az elektródfolyamatokat!

b.) 10 A áramerősséggel 10 percig elektrolizálva hány cm^3 standard állapotú Cl_2 -gáz fejlődik?

c.) Hány grammal növekszik a katód tömege?

8. A szárazelemek közül az egyik legelterjedtebb a Leclanche-elem.

Felépítése a következő:

(-) $\text{Zn} \mid \text{NH}_4\text{Cl} (\text{aq}) \mid \text{MnO}_2 \mid \text{C} (+)$

a.) Írd fel az elektródfolyamatokat!

(A pozitív póluson a MnO_2 protonokat oxidál, közben MnO_3 -dá alakul)

b.) Mi lehet az NH_4Cl szerepe?

c.) A Leclanche-elem E_{ME} -je 1,5V

A Zn/Zn^{2+} standardpotenciál ismeretében (-0,76V) számítsd ki a $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$ elektród standardpotenciálját!

9.



Alumíniumot, rézet és cinket oldunk HCl-ban.

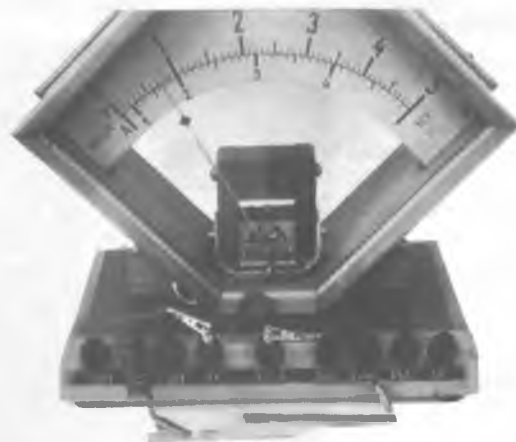
a.) Mi az oka annak, hogy a réz nem oldódik sósavban?

b.) Az alábbi fémek közül válaszd ki a sósavban oldódókat!

A standardpotenciálok:
 Mg/Mg²⁺ - 2,38 V)
 Al/Al³⁺ - 1,66 V)
 Ag/Ag⁺ + 0,80 V)
 Co/Co²⁺ - 0,27 V)
 Au/Au⁺ + 1,50 V)

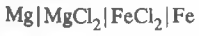
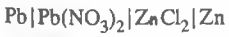
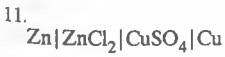
e.) Állítsd a kiválasztott fémeket növekvő reakciókészség szerint sorba!

10.



a.) Mi az elektród?

b.) Mi a standardpotenciál?



Mely elektródok szerepelnek anódként és melyek katódként?

A standardpotenciálok:



12. Az alábbi ásványok közül melyek vezetik az elektromosságot?



termésrész (Cu)



termésken (S)



kősó (NaCl)

szilárd formában
vezet-e?

a.).....

b.).....

d.).....

oldatban vezet-e?

c.).....

e.).....

Javítókulcs a 'B' változathoz

1.a) polárosak 1 pont

b.) apoláros 1 pont

c.) benzin, benzol, CCl_4 1 pont

2.a) redoxireakció 1 pont

b.) $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$ 1 pont $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ redukció 1 pont $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ oxidáció 1 pont3.) $\text{Al}^0 + \text{Fe}_2^{3+}\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{Al}_2^{3+}\text{O}_3^{2-} + \text{Fe}^0$

A helyes oxidációs számokra (ha mind jó) 1 pont

 $\text{Fe}_2^{3+} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Fe}^0$ redukció 1 pont $2\text{Al}^0 \rightarrow \text{Al}_2^{3+} + 6\text{e}^-$ oxidáció 1 pont $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$

A helyes együtthatókra (ha mind jó) 1 pont

4.a) ionrács 1 pont

b.) Az ionok rögzítve vannak. 1 pont

c.) A víz nagyon kevés iont tartalmaz. 1 pont

A CuSO_4 -oldatban szabadon elmozduló ionok vannak. 1 pont5.) $\text{Cu}(\text{sz}) \mid \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Al}^{3+}(\text{aq}) \mid \text{Al}$ 1 pont

(+) 1 pont

(-) 1 pont

 $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$ oxidáció 1 pont $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ redukció 1 pont $E_{\text{ME}} = \text{katód} - \text{anód}$ 1 pont $E_{\text{ME}} = +0,34\text{V} - (-1,66\text{V}) = 2\text{V}$ 1 pont6.) a.) Cu^{2+} , H_3O^+ , SO_4^{2-} , OH^- 1 pontb.) (-) katód: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 1 pont

redukció 1 pont

c.) (+) anód: $2\text{OH}^- \rightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ 1 pont

oxidáció 1 pont

d.) Az égést táplálja 1 pont

7.a) (-) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$ redukció 1 pont(+) $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ oxidáció 1 pontb.) $n = \frac{It}{Z \cdot Q} = 0,031 \text{ mol}$ 1 pont $V = n \cdot V_M = 0,76 \text{ dm}^3 \text{ Cl}_2$ 1 pontc.) $m = n \cdot M_{\text{Fe}} = 0,031 \cdot 56 = 1,736 \text{ g}$ 1 pont8.a) (-) $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ oxidáció 1 pont(+) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + 2\text{Mn} + 4\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Mn}_2^{3+}$ $\text{Mn}^{4+} + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{3+}$ redukció 1 pontb.) A keletkező Zn^{2+} -ionokkal kismértékben oldódó komplex só képez $(\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2)$ 2 pont

Megakadályozza a polarizációt. 1 pont

c.) $E_{\text{ME}} = \varepsilon \text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+} - \varepsilon \text{Zn}/\text{Zn}^{2+}$ 1 pont $\varepsilon \text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+} = \varepsilon \text{Zn}/\text{Zn}^{2+} + E_{\text{ME}} = -0,76 + 1,5 = +0,74 \text{ V}$ 1 pont

9.) a) A pozitív standardpotenciál 1 pont

b.) $+0,34 \text{ V}$ 1 pont

c.) A negatív standardpotenciálúak. 1 pont

d.) Mg 1 pont Al 1 pont

- Co 1 pont
 e.) $\text{Co} < \text{Al} < \text{Mg}$ 1 pont
 10.) a) Saját ionjait tartalmazó oldatba merülő fémes vezető. 2 pont
 b.) Az 1 mol/dm^3 koncentrációjú elektrolitoldatba merülő elektródból és a standard H-elektrodból álló galvánelem EME-je. 1 pont
 11.) anód: Zn, Mg 2 pont
 katód: Cu, Pb, Fe 3 pont
 12.) a.) igen 1 pont
 b.) nem 1 pont
 c.) nem 1 pont
 d.) nem 1 pont
 e.) nem 1 pont
 f.) igen 1 pont

Az "Elektrokémia" témakör vizsgakövetelményei

rész téma	minimum	optimum
1. Redoxireakciók	<ul style="list-style-type: none"> – oxidációs szám definíciója - oxidációs szám meghatározása egyszerűbb vegyületekben - redukció, oxidáció lényege, példák 	<ul style="list-style-type: none"> – oxidációs szám meghatározása bonyolultabb vegyületekben – redoxi egyenletek rendezése oxidációs szám változás alapján
2. Galvánelemek	<ul style="list-style-type: none"> – galvánelem, félelem definíciója - a Daniell-elem felépítése - anód- és katód folyamat felírása - EME kiszámításának módja - elektródpotenciál és standardpotenciál fogalma - a standardpotenciál és a redoxifolyamatok lejátszódása közötti összefüggés 	<ul style="list-style-type: none"> – celladiagram alapján anód- és katód folyamat felírása – tetszőleges galvánelem összeállítása a standardpotenciálok ismeretében – az elektrokémiai korrózióvédelem lényege
3. Elektrolízis	<ul style="list-style-type: none"> – az elektrolízis lényege - az elektrolizáló cella felépítése - elektród folyamatok felírása - HCl, NaCl elektrolízise grafit elektródok között - Faraday I. és II. törvénye 	<ul style="list-style-type: none"> – bomlási feszültség fogalma – az elektrolizáló cella viselkedése a bomlási feszültségnél kisebb feszültséggel szemben – tetszőleges elektrolitoldat elektrolízisének felírása – számítási feladatok a Faraday-törvények alapján
4. Akkumulátorok	<ul style="list-style-type: none"> – az akkumulátor fogalma - az ólomakkumulátor felépítése 	<ul style="list-style-type: none"> – az ólomakkumulátor elektród folyamatai

A kémia vizsgatárgy kötelező tartalmának témalistája

*: a NEMZETI ALAPTANTERVBEN NEM SZEREPLŐ TÉMÁK, RÉSZTÉMÁK

A: Általános kémia

I. Anyagi részecskék:

1. Atomok

– elektrosztatika (pozitív és negatív töltés, az anyag felépítésének egyetemes törvényei)

– az elemi részecskék jellemzése

– az atommag felépítése, izotópok

– az atompályák, az elektronszerkezet kiépülése

– az atomok jelölése: vegyjelek

– a periódusos rendszer atomszerkezeti magyarázata

* – elektronegativitás

2. Ionok

– ionok képződése atomokból

– ionizációs energia, elektronaffinitás

– az ionok mérete

3. Molekulák

– a molekulák képződése

* – a molekulák térbeli felépítése

– a molekulák polaritása

– a molekulák elektronszerkezete

– képlet, kémiai egyenlet

II. Kémiai kötések:

1. Elsőrendű kötések

a) fémes kötés

b) ionos kötés

c) kovalens kötés

– egyszeres, kétszeres, háromszoros kovalens kötés

– poláros, apoláros kovalens kötés

* 2. Másodrendű kötések

a) hidrogénkötés

b) dipólus-dipólus kölcsönhatás

c) ion-dipólus kölcsönhatás

d) dipólus-indukált dipólus kölcsönhatás

e) indukált dipólus-indukált dipólus kölcsönhatás

III. Anyagi halmazok:

1. Gázok

2. Folyadékok

3. Szilárd anyagok

– atomrács

– ionrács

– fémrács

– molekularács

4. Oldatok

– oldódás, oldáshő

– az oldatok összetétele

* 5. Kolloid rendszerek

IV. Kémiai átalakulások:

1. A kémiai folyamatok jellemzői

– hőváltozás: reakcióhő, képződéshő

* – a kémiai reakciók feltételei

– reakciósebesség

– a kémiai folyamatok iránya: reverzibilis és irreverzibilis folyamatok

2. Protolitikus folyamatok

– sav, bázis

– kémhatás

3. Redoxireakciók

– redukció

– oxidáció

V. Elektrokémia:

– redoxireakciók, oxidációs szám

– galvánelemek

– elektródpotenciál, standardpotenciál, elektromotoros erő

– a standardpotenciál és a redoxireakciók iránya

– elektrokémiai korrózióvédelem

– elektrolízis, Faraday-törvények

* – akkumulátorok

B: Szervetlen kémia

VI. A nemfémes elemek és vegyületeik:

– a hidrogén és vegyületei

– a szénsoport elemei és vegyületeik

– a nitrogénsoport elemei és vegyületeik

– az oxigénsoport elemei és vegyületeik

– a halogének és vegyületeik

– a nemesgázok

VII. A fémek és vegyületeik:

– a fémek általános jellemzői

– a fémvegyületek jellemzői

– a fémek előállítása: alumíniumgyártás, vas- és acélggyártás

– az s-mező fémek és vegyületeik

– a p-mező fémek és vegyületeik

– a d-mező fémek és vegyületeik

VIII. A félfémek és vegyületeik:

– a félfémek általános jellemzői

– a szilícium és vegyületei

C: Szerves kémia

IX. Szénhidrogének:

1. Telített szénhidrogének

2. Telítetlen szénhidrogének

3. Aromás szénhidrogének

* X. Heteroatomokat tartalmazó szénhidrogének:

* 1. Halogéntartalmú szénvegyületek

2. Oxigéntartalmú szénvegyületek

* – hidroxivegyületek: alkoholok, fenolok

– éterek

* – oxovegyületek: aldehidek, ketonok

– karbonsavak

– észterek

3. Nitrogéntartalmú szénvegyületek

* – aminok

– nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek

– amidok

XI. Természetes szénvegyületek:

1. Szénhidrátok

* – a molekulák térszerkezete: kiralitás, konfiguráció, konformáció

– monoszacharidok

– diszacharidok

– poliszacharidok

2. Lipidek

– zsírok

– olajok

3. Fehérjék

– aminosavak, peptidkötés

– konstitúció, térszerkezet

4. Nukleinsavak

– DNS

– RNS

XII. Műanyagok:

– természetes alapú műanyagok

– szintetikus műanyagok

Logikai vázlat az "Elektrokémia" témakörhöz

1. Redoxireakciók

a) oxidációszám: az atom névleges vagy valódi töltésének számértéke

b) oxidáció: elektronleadás

oxidációszám-növekedés

pl. $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

c) redukció: elektronfelvétel

oxidációszám-csökkenés

pl. $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

d) egyenletrendezés az oxidációszám-változások alapján

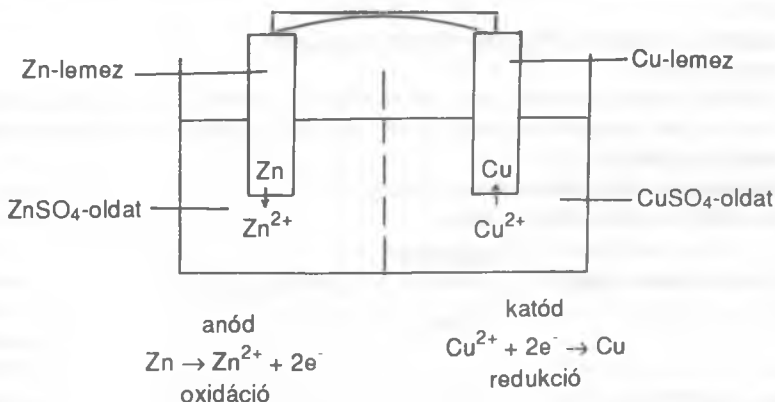
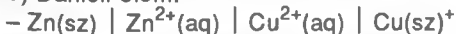
2. Galvánelemek: olyan berendezések, melyek kémiai energiát alakítanak át elektromos energiává.

a) Felépítésük:

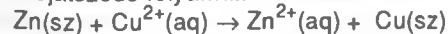
– 2 félelem: elektrolitoldatba merülő fémes vezető

- a két elektród között fémes összeköttetés
- az oldatok között ionvándorlás lehetősége (sóhíd, elektrolitoldattal átítatott szűrőpapír)

b) Daniell-elem:



A lejátszódó folyamat:



c) A galvánelem jellemzői

- elektromotoros erő (EME)
- elektródpotenciál
- standard elektródpotenciál

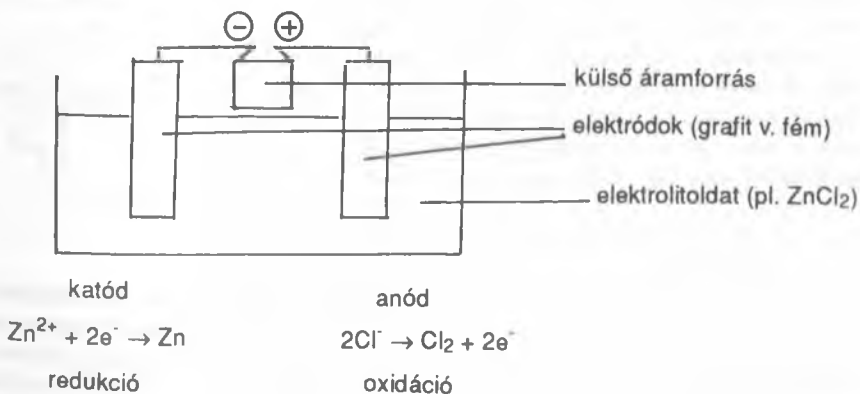
d) A standardpotenciál és a redoxireakciók iránya

- a kisebb standardpotenciálú elem a nagyobb standardpotenciálú elemet redukálni képes
- a nagyobb standardpotenciálú elem a kisebb standardpotenciálú elemet oxidálni képes

e) Elektrokémiai fémvédelem.

3. Elektrolízis: elektromos energia átalakítása kémiai energiává.

a) az elektrolizáló cella felépítése



b) bomlási feszültség: az elektródokon az elektrolízis előidézéséhez szükséges feszültség (nagyobb mint a kialakuló galvánelem E_{ME}-je)

c) az elektrolízis mennyiségi törvényei

– Faraday I. törvénye: az elektrolízis során képződött anyag tömege:

$$m = k \cdot I \cdot t$$

– Faraday II. törvénye: az elektrolizáló cellán áthaladt töltés és a reakcióban résztvevő elektronok anyagmennyisége arányos egymással (Faraday-állandó: $9,65 \cdot 10^4$ C)

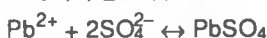
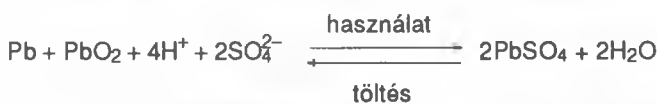
d) számítási feladatok a Faraday-törvények alapján

4. Akkumulátorok

a) Definíció: olyan berendezések, amelyekben az elektromos energia termelése során keletkezett anyagok regenerálhatók, ha külső áramforrásból elektromos áramot vezetünk át rajtuk.

b) Ólomakkumulátor (savas akkumulátor)

– Pb | H₂SO₄-oldat | PbO₂ | (Pb) +



$$E_{ME} = 2,1 \text{ V (25\%-os H}_2\text{SO}_4)$$

IRODALOM

- (1.) Mojzes János – Cs. Nagy Gábor: *Kémiai tantárgypedagógia*, Tankönyvkiadó, 1987.
- (2.) Nagy Sándor: *Az oktatáselmélet alapkérdései*, Tankönyvkiadó, 1986.
- (3.) dr. Pais István: *Kémiai előadási kísérletek*, Tankönyvkiadó, 1978.
- (4.) dr. Pataki László – Perczel Sándor: *A kémia oktatásában használatos kísérletek*, Tankönyvkiadó, 1985.