

Az alkálifémek

(30. fejezet)

Az s-mező két főcsoportot foglal magába: az első és második főcsoportot, illetve ezek képviselőit, az alkálifémeket és alkáliföldfémeket. Ez az elemek a fémek közül a legreaktívabbak.

Alkálifémek

Az alkálifémek a periódusos rendszer első főcsoportját (1. oszlop ill. régi jelöléssel: I/A) alkotják. Ennek a főcsoportnak az összes eleme fémes jellegű, a hidrogén kivételével. Képviselőik rendre a rendszám növekedésével: *hidrogén*, lítium (Li), nátrium (Na), kálium (K) rubídium (Rb), cézium (Cs) és francium (Fr).

Elektronszerkezetük és főbb kémiai tulajdonságaik

Az alkálifémek vegyértékelektron héján összesen csak egy darab párosítatlan elektron található. Emiatt általános **vegyérték-konfigurációjuk: ns^1** . Ez az egy darab vegyértékelektron lazán kötött és emiatt **könnyen gerjeszthető**, melyet mi sem bizonyít jobban, mint hogy **az alkálifémek festik a lángot**. Az egyes lángfestések jellemzőek az adott fémre, ezért minőségi analízis során régebben a lángfestést alkalmazták tetszőleges minták alkálifém-ion tartalmának kimutatására. Lángfestésük a következő:

<i>elem neve</i>	<i>festett láng színe</i>
lítium	bíborvörös
nátrium	sárga (monokromatikus)
kálium	fakóibolya
rubídium	fakó (halvány) vörös
cézium	halványkék

Érdekesség: Más fémek vegyértékelektronjai is gerjesztődnek hő (láng) hatására, csak ezeknél a gerjesztéshez nagyobb energia kell, így a fémek többségénél a gerjesztés hatására kisugárzott fény

nem a látható, hanem a magasabb energiájú UV tartományba esik. Tehát minden fém „festi” a lángot, csak a legtöbb esetben mi ezt nem látjuk.

Az alkálifémek rendelkeznek a **legkisebb elektronegativitással**. Nem meglepő ezek után, hogy közöttük található a legkisebb elektronegativitású elem is, a francium.

Atomméretük egy perióduson belül általában nekik a legnagyobb. Ionizációs energiájuk ezzel ellentétes: egy perióduson belül nekik a legkisebb, vagyis róluk tudunk legkönnyebben eltávolítani elektront. Ezt is, akárcsak a lángfestést, a lazán kötött vegyértékelektron magyarázza. **Ionizációs energiájuk és elektronegativitásuk a rendszám növekedésével csökken** (tehát a csoporton belül fentről lefelé csökken). **Standardpotenciáljuk a fémek között nekik a legkisebb.**

Fizikai tulajdonságaik

Az alkálifémek **alacsony olvadáspontú, elektromos áramot jól vezető, puha fémek. Fehérszürkés színűek, friss felületen fémesen csillognak.** Olyannyira **puhák**, hogy késsel is könnyedén elvághatóak. Sűrűségük szerint a **könnyűfémek** közé tartoznak, hiszen sűrűségük jóval az 5 g/cm^3 -es határ alá esik. Olyannyira kicsi a sűrűségük, hogy úsznak a víz tetején, vagyis sűrűségük még 1 g/cm^3 -nél is kisebb.

Olvadáspontjuk a rendszám növekedésével csökken, a céziumnak már oly alacsony, hogy szobahőmérsékleten még épphogy szilárd [Op.(Cs): $28,4 \text{ }^\circ\text{C}$]. Ez annak köszönhető, hogy a rendszám növekedésével nő az atomtörsük is, és a fémrácsukat összetartó fémes kötés is egyre gyengébbé válik.

Kémiai tulajdonságaik

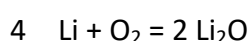
Az alkálifémek **nagyon reakcióképesek, reakciókészségük a fémek között a legnagyobb.** Ezt a vegyértékelektron-szerkezetüknek és nagy atomméretüknek köszönhetik. A **vegyértékhéjukon lévő egy darab párosítatlan elektron nem túl stabilis számukra, könnyen megválnak tőle, ionizálódnak.** Ebből is adódik az, hogy kicsi az ionizációs energiájuk. Mivel könnyen adnak le elektront, vagyis könnyen oxidálódnak, ezért **erélyes redukálószer**ek. Ezt alacsony standard-elektrodpotenciál értékük is jól bizonyítja.

Reakciókészségük a rendszám növekedésével nő, mivel minél nagyobb az atom, annál messzebb van a vegyértékelektron. Emiatt a mag vonzó hatása kevésbé terjed ki rá, vagyis könnyen elválík az atomtól. **Vegyületeikben** szinte mindig **ionos kötést alakítanak ki**.

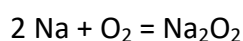
- Olyan erélyes redukálószer, hogy akár szobahőmérsékleten képesek reakcióba lépni a levegő oxigénjével.

- **Levegőn hevítve égnak:**

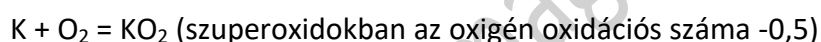
- A lítium normál oxiddá ég el.



- A nátrium élénksárga lánggal ég, miközben nátrium-peroxid képződik.



- A kálium égésekor is egy „egzotikus” oxid, a kálium-szuperoxid keletkezik.



- **Vízzel heves reakcióba lépnek.** A hevesség mértéke a rendszám növekedésével nő. A redoxireakciók során a megfelelő alkálifém-hidroxid és hidrogéngáz keletkezik.

- $2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} = 2 \text{ NaOH} + \text{H}_2$

A reakció során a nátriumdarab hevesen „rohangál” a víz tetején, miközben **hidrogéngáz fejlődik**, és a színtelen fenolftaleinnel kezelt víz a **lúgos kémhatást** rózsaszínű színváltozással jelzi. Ha a kísérlet során a nátriumdarabot papírcsónakba helyezük, akkor a papírcsónak felgyullad. A reakció rendkívül exoterm.

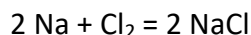
- $2 \text{ K} + 2 \text{ H}_2\text{O} = 2 \text{ KOH} + \text{H}_2$

Ez a reakció az előzővel teljesen analóg. A különbség annyi, hogy ez jóval hevesebb. Olyannyira, hogy a fejlődő hidrogén a hatalmas hőtől meggyullad: a kálium vízzel való reakciója során tűztűneményt tapasztalunk, s a kálium jellemző fakóibolya lángfestését is megfigyelhetjük.

- A többi, magasabb rendszámú alkálifémek még hevesebben reagálnak vízzel, mondhatni robbanásszerűen.

- **Halogénnel heves reakcióba lépnek:**

- A felizzított nátrium a klórgázban is folytatja az égést fénytűnemény közben, és fehér füst képződik (finom eloszlású, szilárd nátrium-klorid).



- **Híg savakban oldódnak hidrogéngáz fejlődése közben**

Előállításuk

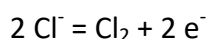
Az alkálifémeket **laboratóriumban nem állítják elő**, mivel technikailag elég nehéz lenne megoldani, és mindemellett még rendkívül veszélyes is volna. Iparban előállíthatóak valamilyen sójuk (általában kloridjuk) **olvadékelektrolízisével**. Nézzünk meg a nátrium esetét!

A nátriumot nátrium-klorid olvadékának az elektrolízisével állítják elő. Katódként általában vasat, anódként grafitot szoktak használni. A NaCl olvadáspontja viszonylag magas, ezért megolvasztása sok energiát igényel. Ez nem kifejezetten gazdaságos, ezért adalékanyaggal keverik össze, amelynek hatására csökken az olvadáspont. Az adalékanyag, amivel összekeverik olvasztás előtt, nem más, mint kalcium-klorid. Kalcium-klorid hatására a keletkezett keverék olvadáspontja drasztikusan csökken. Ezután a keveréket megolvasztják, és elkezdik az elektrolízist.

- **A vaskatódon tiszta fémnátrium válik le:**



- **A grafit anódon klórgáz fejlődik**, amely szintén terméknek minősül, vagyis nátrium előállításánál (és nem csak a nátriumnál, hanem az összes alkálifémnél) lényegében nem csak nátriumot, de klórgázt is előállítanak. Ezért az alkálifémek előállításával foglalkozó iparágot szokás klór-alkáli iparnak is nevezni.



Előfordulásuk

Az alkálifémek elemi állapotban – éppen a nagy reakciókészségük miatt – nem fordulnak elő, csakis vegyületeikben. A leggyakoribb a nátrium és a kálium. A lítium, rubídium és cézium ásványai nagyon ritkák, a francium csak nyomnyi mennyiségben fordul elő, más radioaktív elemek bomlástermékeként. A nátrium nagy mennyiségben tengervizekben oldott NaCl formájában és a szikes talaj kialakulásáért felelős nátrium-karbonát (Na_2CO_3 , szóda, sziksó) formájában fordul elő. Leggyakoribb káliumvegyületek közé a (káli)salétrom (KNO_3), a kálium-klorid (KCl) és a kálium-karbonát (K_2CO_3) tartoznak.

Tárolás, laboratóriumi munka

Az alkálifémeket nagy reakciókészségük miatt óvni kell a levegőben lévő oxigéntől és víztől. Tárolásuk oxigén és víz elől elzárt helyen, jól zárható üvegben, petróleum alatt történik.

Laboratóriumi munka során nagyon vigyázni kell velük. Kézzel megfogni tilos és életveszélyes. A velük való munka során gumikesztyű, csipesz és védőszemüveg használata kötelező.

Hevesen képesek testünkkel reakcióba lépni, miközben súlyos égési sebet okoznak. Ez részben annak köszönhető, hogy testünk nagy része vízből áll. Másrészt annak is, hogy a testünkben lévő zsírsavakat elszappanosítják.

Élettani hatásuk

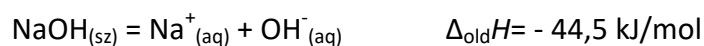
Érdekes dolog, hogy míg az elemi állapotú alkálifémek súlyos károkat tudnak okozni az élő szervezetben, addig ionjaik az élet működésének szempontjából nélkülözhetetlenek. Közöttük a nátrium- és káliumionoknak van kiemelkedő szerepe. A sejtekben az ozmotikus nyomás (Na-K pumpa) fenntartásában, illetve az idegrendszeri ingerület átvitelében játszanak kulcsfontosságú szerepet.

Az alkálifémek fontosabb vegyületei

Az alkálifémek vegyületei általában ionrácsosak, mivel az alkálifémek ionos kötés kialakítására hajlamosak.

Nátrium-hidroxid (nátronlúg, marónátron, lúgkő)

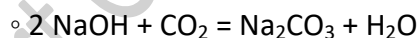
A nátrium-hidroxid fehér színű, ionkristályban kristályosodó szilárd anyag. Levegőn állva elfolyósodik, ami annak köszönhető, hogy erősen higroszkópos (vízmegekötő) tulajdonságú. Vízben kitűnően oldódik (teljesen disszociál, tehát erős bázis), vizes oldata erősen lúgos kémhatású. Vízben való oldásánál vigyázni kell, mert a folyamat erősen exoterm.



- Savakkal sókat képez:

- $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$

- **A levegőben lévő szén-dioxidot** (az előző egyenletnek megfelelően) **megköti**, ezért **vizes oldata levegőn állva megzavarosodik**, elkarbonátosodik. A levegő páratartalmának köszönhetően, valamint CO_2 hatására akár a szilárd NaOH is képes idővel elkarbonátosodni.



A lúgkővel vigyázni kell, mert **bőrre kerülve erősen roncsoló, égési sebeket tud okozni. Fehérjeoldó hatású.** Ha szembe kerül, akkor bő vízzel, körülbelül negyed órán keresztül öblögetni, mosni kell a szemet, majd azonnal orvoshoz kell fordulni.

Előállításuk meglehetősen érdekes módon történik. Alapanyagként a nátrium-klorid vizes oldata szolgál. Az előállítás elektrolízisen alapul. Először a NaCl-ből nátriumot állítanak elő, majd a nátriumot reagáltatva nyerik az NaOH-t.

Amilyen egyszerűnek tűnik azonban az előállítás mechanizmusa, annál bonyolultabb akadályokba ütközik. Az első akadály az, hogy sima grafit-elektrodok mellett nem válik le vizes

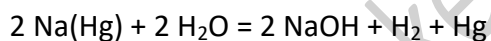
oldatból a nátrium. Ezért olyan elektródot kell alkalmazni, amin a hidrogén leválásának túlfeszültsége van, és a nátrium leválása energetikailag kedvezőbbé válik. Erre jó a **higanyelektród (katód)**. Anódként lehet grafitot használni. A másik akadály az, hogy a fejlődő fémnátrium egyből reakcióba lépne a nátrium-klorid-oldat víztartalmával, és így egy többkomponensű oldatot kapnánk, melyből a NaOH elválasztása szinte lehetetlen lenne. Ennek elkerülése miatt a higanyelektródot állandó mozgásban tartják. A higany azért is előnyös, mert benne **a nátrium amalgám formájában oldódik**, és így el tudják vezetni a nátriumot. A harmadik probléma az, hogy térben el kell választani az elektródokat, mert az anódon fejlődő klórgáz a keletkező NaOH-oldatban feloldódna, ezzel pedig rontaná a tisztaságot és a kitermelés hatásfokát.

Összesítve, a nátrium-klorid elektrolízisének egy lemezen folyó higany katódot és szilárd grafit anódot használnak. A katódon fejlődő Na beoldódik a higanyba, és ezt elvezetik:

katód: $2 \text{Na}^+ + 2 \text{e}^- = 2 \text{Na}$ (A higanyba beoldódva nátrium-amalgám keletkezik Na(Hg))

anód: $2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$ (Klórgáz fejlődik)

A higanyban oldott nátriumot ezután elvezetik és átfolyatják egy amalgámbontó cellán, melyben a víz hatására a nátrium kioldódik a higanyból.



A folyamatban nátrium-hidroxid mellett hidrogéngáz is fejlődik. Azért is célszerű elválasztani az anód- és katódteret, nehogy véletlenül berobbanjon a klór- és hidrogéngázok elegye (1 : 1 arányban, klór-durranógáz). A folyamat végén a tiszta higanyt visszaforgatják, és a körfolyamat újraindul.

Az elektrolízis közben természetesen (mivel fogy a NaCl) hígul az oldat. Egy bizonyos határ alatt már annyira híg lenne, hogy az elektrolízis hatásfoka romlana. Ennek kiküszöbölése érdekében állandó jelleggel pótolják az elfogyott NaCl-ot, de nem szilárd anyag hozzáadásával, hanem tömény oldat átfolyatásával, miközben a cella másik oldalán a híg oldatot eltávolítják.

A folyamatban lényegében nátrium, klórgáz és hidrogéngáz képződik.

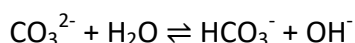
A nátrium-hidroxid felhasználása széleskörű. Papírgyártásnál, alumínium előállításánál, szappangyártásnál egyaránt használják.

Nátrium-klorid (kősó, konyhasó)

Fehér, magas olvadáspontú, ionrácsos, szilárd anyag. Vízen kitűnően oldódik, vizes oldata semleges kémhatású. Felhasználása széleskörű. Gyógyszeriparban egyes anyagok előállítására is használják. Emellett **kitűnő tartósítószer és ételízesítő**. Régen, amikor még nem volt hűtőszekrény, ezzel tartósították a húsokat. A szervezet számára nélkülözhetetlen, azonban túl nagy mennyiségben káros hatású lehet.

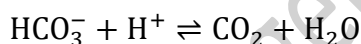
Nátrium-karbonát (sziksó, szóda, Na_2CO_3)

Fehér, kristályos anyag, amely vízben oldva lúgos kémhatású. Üveggyártásnál, vízlágyításnál és mosószergyártásnál használatos.

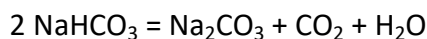


Nátrium-hidrogén-karbonát (szódebikarbóna, NaHCO_3)

Fehér, kristályos anyag, amely vízben oldva lúgosan kémhatású. Főleg sütőpor készítésére használják, de gyomorsav megkötésére is tökéletes.



A szódebikarbóna azért használható sütőporként, mert hő (sütés) hatására bomlik és a bomlása során keletkező gázok (szén-dioxid és víz) felfújják a tésztát:

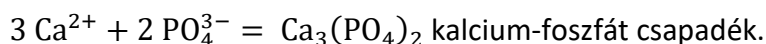
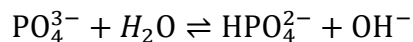


Nátrium-nitrát (chilei salétrom, NaNO_3)

Fehér, kristályos anyag, amely vízben oldva semleges kémhatású. Műtrágya előállításánál használják.

Trinátrium-foszfát (trisó, Na_3PO_4)

Fehér, kristályos anyag, amely vízben oldva lúgos kémhatású. Főként vízlágyításnál használatos.



Kálium-klorid (szilvin, fedősó, KCl)

Fehér, kristályos anyag, amely vízben oldva semleges kémhatású. Elsősorban kálium előállítására és káliumműtrágya gyártására használatos.

Kálium-nitrát (salétrom, KNO₃)

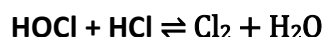
Fehér színű, vízben jól, endoterm módon oldódó só. Előszeretettel használják a pirotechnikai iparban. A kalsszikus puskapor egyik alkotóeleme (a szén- és kénpor mellett).

Nátrium-hipoklorit (hypo, NaOCl)

Vizes oldatát használják fertőtlenítésre, fehéritésre. Bomlékony anyag, bomlása során NaCl és naszcens (atomos) oxigén keletkezik. Fehéritő és fertőtlenítő hatása a bomlása során keletkezett naszcens oxigén hatalmas reaktivitásban rejlik. Durva oxidálószer lévén elroncsolja a mikroorganizmusokat és a színes vegyületek többségét. Előállításának egyik módja, ha NaOH-oldatba klórgázt vezetünk. A klór lúgokban diszproporcionálódik:

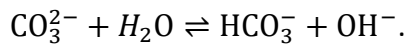


Takarítás során hypot és sósavat (vagy ezeket tartalmazó egyéb tisztítószert) tilos összeönteni, mert – különösen zárt térben, még kis mennyiségben is – rendkívül mérgező klórgáz fejlődik.



kálium-karbonát (hamuzsír, K_2CO_3)

Fehér színű, vízben jól oldódó és lúgosan hidrolizáló só. Üveggyártásnál (pl. káliüveg), kenőszappan készítésénél használatos.



Lénárt Gergely kémia magánoktató