

**Dr. Szalai István**

egyetemi tanár

ELTE TTK Kémiai Intézet

# Fémek és vegyületeik I.

---

Általános jellemzés és az s-mező fémei



## Fémek

- **Tulajdonságok: színük, hő- és elektromos vezetőképességük, sűrűségük**
- **Ötvözetek**
- **Előfordulás, előállítás (elektrokémiai redukcióval, kémiai redukcióval, hidrogénes redukcióval, termikus bontással, szenes redukcióval), felhasználás**
- **Korrózió: a korrózió fogalma, a korrózióvédelem fajtái (az aktív és a passzív védelem, bevonatok, eloxálás, katódos fémvédelem), helyi elem képződése**

## Az s-mező fémei

- Alkáli- és alkáliföldfémek, lángfestés
- Sűrűségük, halmazállapotuk, olvadáspontjuk, megmunkálhatóságuk, redoxi sajátásaik (elektronegativitásuk, standardpotenciáljuk)
- Viselkedésük levegőn (tárolási körülmények), reakcióik klórral, oxigénnel (peroxidképződés), vízzel, lúgoldatokkal
- Előfordulásuk vegyületekben, alkáli- és alkáliföldfémek előállítása olvadékelektrolízissel

# Kulcsfogalmak

## Az s-mező fémei

- **Élettani hatás:  $K^+$  ,  $Na^+$  ,  $Mg^{2+}$  ,  $Ca^{2+}$  biológiai szerepe,  $Ba^{2+}$  mérgező hatása**
- **Alkáli- és alkáliföldfémionok töltése, színe (szín és az elektronszerkezet kapcsolata)**

**Fémek**



- **A fémek olyan anyagok, amelyek elektromos vezetőképessége a hőmérséklet emelésével csökken. A jellegzetes fémes tulajdonságok szilárd vagy olvadékállapotban jelentkeznek.**
- **Fémrács: a rácspontokban atomok vannak, a rács összetartásáért a delokalizálódott elektronok (a vegyértékelektronok egy része vagy egésze) felelősek. Ez a fémes kötés. A szilárd halmazállapotú fémek felülete jellegzetesen csillogó.**

## Fémrácsú anyagok:

- kisebb elektronegativitású elemek (az s-mező elemei a hidrogén kivételével, a d-mező elemei, a p-mező néhány eleme (Al, Sn, Pb, Bi))
- ötvözetek: a fémek fémekkel vagy más anyagokkal alkotott keverékei
- vegyületek: néhány fémvegyület, például egyes fém-szulfidok (kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ), antimonit ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ))

# Fémek

kristályrácstípus	elemi cella	koordinációs szám
lapon középpontos (lapcentrált) kockarács	kocka, amelynek csúcsain és az oldalak középpontjában található egy-egy atomtörzs	12
térben középpontos (tércentrált) kockarács	kocka, amelynek csúcsain és a középpontjában található egy-egy atomtörzs	8
hatszöges (hexagonális) rács	rombusz alapú hasáb, amelynek csúcsain és a középpontjában található egy-egy atomtörzs	12



# Fémek fizikai tulajdonságai

- **Fémfényűség (szürkésfehérek, kivéve Cu és Au), felületük tükröző (csillogó), finom poruk általában fekete.**
- **Ennek oka a delokalizált és könnyen gerjeszthető elektronrendszer, amely gyakorlatilag bármilyen energiájú fényt képes elnyelni.**
- **Ez fekete színt eredményezne, de a fémfelületről a fény egy része visszaverődik, ez együtt szürkés csillogást ad.**

# Fémek fizikai tulajdonságai

- **Jól vezetik mind az elektromos áramot, mind a hőt.**
- **Ennek oka a fémrácsban szabadon elmozduló elektronok rendszere.**
- **A fémek elsőrendű vezetők, az áramot az elektronok vezetik bennük.**
- **Nagyobb hőmérsékleten a fémek elektromos ellenállása nagyobb (az atomtörzsek hőmozgása akadályozza a vezetést). Egyes fémek vezetőképessége kis hőmérsékleten hirtelen megnő, ez a szupravezetés.**

# Fémek fizikai tulajdonságai

- A fémek szobahőmérsékleten általában szilárdak, kivétel a higany. A fémek forráspontja nagy.
- A fémek amalgámot képezve egymásban tudnak oldódni. Egyes alkáliföldfémek cseppfolyós ammóniában oldódnak.
- A fémek jellemzően rugalmasan viselkednek, ezért jól megmunkálhatóak (kalapálhatóság, nyújthatóság).
- Gyakorlati szempontból meg szokás különböztetni a könnyűfémeket ( $5 \text{ g/cm}^3$ -es sűrűség alatt) és a nehézfémeket ( $5 \text{ g/cm}^3$ -es sűrűség felett).

# Fémek fizikai tulajdonságai

## Mágneses tulajdonságok:

- diamágnesesség (a kisebb mágneses térerő irányába mozdulnak pl. Sn, Pb, Ag, Au)
- paramágnesesség (a nagyobb mágneses térerő irányába tolódnak el, a párosítatlan elektronok jelenléte miatt, pl. Al, Pb, Cr)
- ferromágnesesség (erős, maradandó mágnesek, pl. magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )

## Ötvözetek

	szerkezet	példa	tulajdonság
szilárd oldat szubsztitúciós	közel azonos méretű (a különbség kisebb mint 15%) atomok alkotta tetszőleges arányú elegy	Au-Ag	kisebb vezetőképesség
szilárd oldat rácsközi	nagyobb méretű atomok közé beékelődő kis atomok	fém és H, C, B, N, O (pl. vasötvözetek)	keményebb, ridegebb, kisebb vezetőképesség
vegyülettípusú	eltérő tulajdonságú fémek, vagy fém + nemfém közötti, jól definiált sztöchiometria jellemző rájuk	$\text{Fe}_3\text{C}$	kemények, ridegek
eutektikus	két vagy több kristályos fázis helyezkedik el egymás mellett	Fe + grafit Sn + Pb (forrasztó ón)	kis olvadáspont

# Fémek kémiai tulajdonságai

- Az elemi állapotú fémek reakcióikban oxidálódnak, azaz redukálószerrek (elektródpotenciálok, reakciókinetikai jelenségek)

## A fémek reagálhatnak

- nemfémes elemekkel (halogenidek, oxidok, szulfidok)
- nemfémes elemek olyan vegyületeivel, amelyek képesek oxidálni a fémet (pl. salétromsav)
- másik fém oxidált alakjával (pl.  $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$ )
- 1-es oxidációs számú hidrogénnel:  
 $\text{H}_2\text{O} + \text{Na}$ ,  $\text{H}_2\text{O} + \text{K}$   
híg savoldatok + Zn, Fe vagy Al

# Fémek kémiai tulajdonságai

A fémek oxidációs száma vegyületeikben:

- s-mező: **+1** (alkálifémek), **+2** (alkáliföldfémek)
- p-mező: Al **+3**, Sn és Pb **+2** vagy **+4**
- d-mező: változó
  - 3. oszlop (régén III. B csoport),  $ns^2(n-1)d^1$  jellemzően **+3**
  - 11. oszlop (régén I. B csoport)  $ns^1(n-1)d^{10}$  jellemzően **+1**, de lehet nagyobb is pl.  $Cu^{2+}$
  - 12. oszlop (régén II. B csoport)  $ns^2(n-1)d^{10}$  jellemzően **+2**
  - 8-10. oszlop (régén VIII. B csoport)  $ns^2(n-1)d^{6-8}$  jellemzően **+2**, de lehet nagyobb is pl.  $Fe^{3+}$

# Fémek kémiai tulajdonságai

## A fémionok színe:

- a nemesgázszerkezetű fémionok (s- és p-mező) színtelenek  
pl.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$
- a zárt elektronszerkezetű ionok (pl.  $(n-1)d^{10}$ ) színtelenek  
pl.  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$
- a nem zárt elektronszerkezetű fémionok, illetve azok összetett ionjai könnyen gerjeszthetők így általában színesek. A szín függ a környezettől (komplexbépződés):  
pl.  $\text{Mn}^{2+}$  halvány rózsaszín  
 $\text{Cr}^{3+}$  zöld vagy ibolya



## A fémionok színe

- a kisebb méretű és nagyobb töltésű (nagyobb polarizációs képesség) fémionok könnyebben képesek a környezetükben lévő nemkötő elektronpárral kapcsolatot létesíteni
- a polarizáció eredménye lehet
- kovalens jelleg
- kisebb oldhatóság (csapadékképződés)
- jellegzetes színű csapadékok
- komplexképzésre való hajlam

# Fémek kémiai tulajdonságai

**A fémek előállítása vegyületeikből redukcióval (a fém szempontjából) történik**

- **elektrolízissel: nehezen redukálható (negatív standardpotenciálú) fémeket olvadékelektrolízissel állíthatjuk elő. Az s-mező fémeit halogenidjeikből, az alumíniumot oxidjából.**



- **Megjegyzés: a grafit anód reakcióba lép az oxigénnel és CO/CO<sub>2</sub> keletkezik.**

# Fémek kémiai tulajdonságai

- **kémiai redukcióval**
  - hidrogén:  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
  - szén:  $\text{PbO} + \text{C} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}$
  - fémek (termitreakció):  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{Fe}$
- **termikus bontással (főként nemesfémek)**
  - $\text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + \frac{1}{2}\text{O}_2$

# Fémek korróziója

**A környezet hatására a fémek felületéről kiinduló, annak belseje felé terjedő kémiai változás (oxidáció).**

**A korrózióra való hajlamot befolyásolja**

- **a fém elektródpotenciálja**
- **a fém felületén lévő védőréteg, pl. védő oxidréteg az alumínium, magnézium, cink, ólom, kobalt, króm és nikkel felületén**

## Helyi elem

- két fém egy közös elektrolitban (pl. vékony folyadékréteg) keresztül érintkezik
- a negatívabb potenciálú fém oldódik (oxidáció, ez a galvánelem negatív pólusa)
- a pozitívabb potenciálú fém felületén redukció megy végbe, a víz alkotórészei redukálódnak:
  - pl.  $2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- Az eltérő potenciálú helyek lehetnek rácshibákat vagy szennyezőket tartalmazó fémek felületén is, azaz nem szükséges két különböző fém érintkezése

## Néhány példa

- vas



a vas(II)-ionok oxidálódnak és a hidroxidionokkal reagálva kicsapódnak:  $\text{FeO}(\text{OH})$  rozsdá

- réz

oxigén, nedvesség és szén-dioxid hatására  
 $[\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3]$  (zöld)

## Korrózióvédelem

- **passzív: olyan védőbevonatot hozunk létre a fém felületén, amely csak a bevonat megsérüléséig jelent tökéletes védelmet**
- **lakk, műanyag, zománc, festék**
- **eloxálás: a védendő fémen védő oxidréteget alakítunk ki elektrolízissel, anódnak kapcsolva azt**
- **passzív fémbefvonat: a védőréteget alkotó fém nagyobb standardpotenciálú, mint a védendő fém (fehérbádóg: ónnal bevont vaslemez). A bevonat megsérülése után a kialakuló helyi elem miatt gyorsabb a korrózió**

## Korrózióvédelem

- **aktív: a védendő fémet egy nála kisebb elektródpotenciálú fémmel érintkezésbe hozva olyan helyi elem alakul ki, amelyben a védőfém oldódik. A védőfém gyakorlatilag annak teljes oxidációjáig védi a másikat a korróziótól.**
- **aktív fémbevonat: cinkkel bevont vaselemez (horganyzott bádog)**
- **katódos fémvédelem: olyan helyi elem kialakítása amelyben a védendő fém a pozitív pólus, ahol redukció történik**



**Az s-mező fémei**

**2**

# Az s-mező fémei

- vegyértékelektron-szerkezet:  $ns^1$  és  $ns^2$
- kis elektronegativitás
- könnyen gerjeszthető elektronok, ennek következtében jellemző lángfestés (kivéve a Be és a Mg)
  - lítium: kárminvörös, nátrium: sárga, kálium: fakó ibolya
  - rubídium: vöröses ibolya, cézium: kékes ibolya
  - kalcium: téglavörös, stroncium: kárminvörös,
  - bárium: zöld

# Az s-mező fémei

- **rácstípus: alkálifémeknél tércentrált kockarács, az alkáliföldfémeknél változó**
- **alacsony olvadáspont, az alkálifémeknél a rendszám növekedésével csökken, alkáliföldfémeknél a rácstípustól is függ**
- **könnyűfémek, a Li, Na és K a víznél is könnyebb, az alkálifémeknél a rendszám növekedésével nő, alkáliföldfémeknél a rácstípustól is függ**
- **az alkálifémek puhák, késsel vághatók, az alkáliföldfémeknél a rácstípustól függ a megmunkálhatóság**

# Az s-mező fémei

- **standardpotenciáljuk negatív**
- **szabad levegőn gyorsan oxidálódnak, ezért petróleum alatt tartják: Li, Na, K, Rb, Cs, Ba**
- **szabad levegőn lassan oxidálódnak, ezért zárt üvegben tartják: Ca, Sr**
- **védőoxidréteg: Be és Mg**

# Az s-mező fémei

**Reakciók oxigénnel:**

**alkálifémek:**



**alkáliföldfémek:**



# Az s-mező fémei

**Reakciók más nemfémekkel:**

**alkálifémek:**



**alkáliföldfémek:**



# Az s-mező fémei

**Reakció vízzel:**

**Az alkálifémek a rendszám növekedésével egyre hevesebben reagálnak:**



**Az alkáliföldfémek hideg vízben is reagálnak, kivéve a Be és a Mg:**



**(a Mg csak forró vízben, lassan reagál)**

# Az s-mező fémei

## Reakció híg savoldatokkal:

Az alkálifémek hevesen reagálnak, az alkáliföldfémek gyorsan oldódnak (a Mg védő oxidrétege is oldódik).

## Reakció lúgoldattal:

Az alkálifémek ebben az esetben is a vízzel reagálnak, az alkáliföldfémek felületén képződő hidroxid-csapadék lassítja vagy megakadályozza (pl. Mg) az oldódást.



# Az s-mező fémei

- vegyületeik általában színtelenek (fehérek), kivéve a színes anionokkal képzett vegyületeket
- az alkálifémek vegyületei általában jól oldódnak vízben (kisebb oldhatóságú a  $\text{NaHCO}_3$  és  $\text{KClO}_4$ )
- az alkáliföldfémfémek kloridjai és nitrátjai jól oldódnak vízben
- az alkáliföldfémfémek karbonátjai és foszfátjai,  $\text{BaSO}_4$ , a  $\text{Mg(OH)}_2$  rosszul oldódnak vízben

# Az s-mező fémei

- biogén elemek: Na, K, Mg, Ca (idegrendszer, izomzat, csontok, fotoszintézis)
- előfordulás: NaCl (kősó), KCl (kálisó), Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (glaubersó), NaNO<sub>3</sub> (chilei salétrom), CaCO<sub>3</sub> (mészkő, márvány), CaCO<sub>3</sub>·MgCO<sub>3</sub> (dolomit), CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O (gipsz), CaF<sub>2</sub> (flourit, folypát), MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (keserűsó)
- előállítás: kloridjaik elektrolízisével

# Az s-mező fémei

- felhasználás: Na (lámpák, víztelenítés), Rb és Cs (fotocellák), Li (akkumulátorok, gyógyászat), Be és Mg (ötvözőelemek), Ca (víztelenítés, gyógyászat), Ba (kontrasztanyag)
- a Ba (ingerli az izomzatot) vízoldható vegyületei mérgezőek!

# Fémek és vegyületeik I.

---

Kiegészítések

## Ötvözetek

- **Fe-C ötvözetek: az acélokban a széntartalom kisebb mint 2,06%, a nyersvasban nagyobb**
  - az öntött vas széntartalma 3,5-4,5%
  - a rozsdamentes acélok legalább 11%-ban krómot tartalmaznak
- **Cu-Zn sárgaréz**
- **Cu-Sn bronz**
- **amalgámok: Hg+más fémek**
- **alumínium ötvözetek: Al + Mn, Mg, Cu, Si, Zn**