

A p-mező fontosabb fémei és vegyületei

Al, Sn, Pb

1

III. A csoport: Al, Ga, In, Tl

- Földfémek csoportja
 - A bór nemfémes elem, magas olvadáspontú, atomrácsos anyag
 - Ga, In, Tl kevésbé jelentős ritkafémek
- Az **alumínium** kiemelkedő jelentőségű **könnyűfém**
 - Vegyértékhéj szerkezete: $3s^2 3p^1$
 - Vegyületeiben +3-as oxidációs számú
 - ezüstfém, jól megmunkálható
 - lapon centrált kockarácsban kristályosodik
 - hőt, elektromosságot jól vezet
 - op. 600°C (nem túl magas)

2

Az alumínium kémiai tulajdonságai

- $\epsilon_0 = -1,66 \text{ V}$ EN=1,5
- Ezek alapján reakcióképes elem
 - levegőn védőoxidréteg alakul ki rajta, nem korrodeálódik
- **Híg savakban oldódik:**
 - $2 \text{ Al} + 6 \text{ HCl} = 2 \text{ AlCl}_3 + 3 \text{ H}_2$
- Mikor oldódik egy fém híg savban?
 - Ha negatív a standard elektródpotenciálja...
 - De miért pont ezek??
 - Ezek híg savból H_2 -t fejlesztenek, azaz az oldatban (pl. sósav oldat) lévő oxóniumionban lévő hidrogéniont redukálják H_2 -né.

3

3

Az alumínium kémiai tulajdonságai

- Standard hidrogénelektrod:
 - 1 mol/dm³ koncentrációjú oxóniumion (H_3O^+) oldatba merülő platinalemez, és az oldaton
 - 0,1 MPa nyomású 25°C -os hidrogéngázt buborékoltatnak
- Mitől függ az elektródpotenciál?
 - anyagi minőség
 - hőmérséklet, nyomás (gázelektrodoknál)
 - **koncentráció(!)**
- Az elektródpotenciál koncentrációfüggését az ún. **Nernst-egyenlet** írja le!

4

4

Nernst-egyenlet

$$E = E^\circ + \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln c = E^\circ + \frac{0,0592}{z} \cdot \lg c$$

$$R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad F = 96500 \text{ C}$$

z = az ion töltése

- Ebből látszik, ha $c=1 \text{ mol/dm}^3$, akkor $E=E^\circ$

5

5

Az elektródpotenciál koncentráció függése

- Hígabb sósav oldatból pl. a kevésbé negatív fémek már nem fejlesztenek hidrogént!
- Számítsuk ki, mennyire legyen negatív a fém, hogy $c=0,001 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavból is hidrogént fejlesszen!

$$\text{Pl: } \epsilon^\circ_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}} = -0,14 \text{ V}$$

$$\epsilon = \epsilon^\circ + \frac{0,059}{1} \lg 10^{-3} =$$

$$0 + 0,059 \cdot (-3) = -0,177 \text{ V}$$

6

6

Az alumínium kémiai tulajdonságai

- Fejleszt-e hidrogént az alumínium vízből?
- Ha eltávolítjuk a védőréteget (pl. HgCl_2 -dal) **vízzel is reagál:**
 - $2 \text{Al} + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Al(OH)}_3 + 3 \text{H}_2$
- Mikor bontja (elméletben) a vizet egy fém??
 - Ha eléggé negatív a standard elektródpotenciálja...
 - Mit jelent az, hogy „eléggé”?
- Számoljuk ki a Nernst-egyenlettel!
- Mennyi a tiszta vízben az oxóniumion koncentráció?

$$c_{\text{H}_3\text{O}^+} = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

7

7

Mely fémek bontják a vizet?

- Helyettesítsünk be a Nernst-egyenletbe, hogy megkapjuk a tiszta vízből készített hidrogénelektrod elektródpotenciálját!

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + \frac{0,059}{z} \lg c = \varepsilon^\circ + \frac{0,059}{1} \lg 10^{-7}$$

$$0 + 0,059 \cdot (-7) = -0,413 \text{ V}$$

- Jó ez? Mit tapasztaltunk? Bontja pl. a Zn, a Fe a vizet?
- Nem...? Miért??

$$\varepsilon^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ V}$$

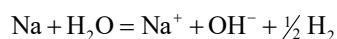
$$\varepsilon^\circ_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76 \text{ V}$$

8

8

Mely fémek bontják a vizet?

- Ám!! Amikor a fém reakcióba lép a vízzel (pl. Na)



- „durván” ellúgosodik az oldat

$$\text{pH} = 14 \quad \left[\text{H}_3\text{O}^+ \right] = 10^{-14} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

- Így a „képzeletbeli” hidrogénelektrod elektród-potenciálja tovább csökken:

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + \frac{0,059}{z} \lg c = \varepsilon^\circ + \frac{0,059}{1} \lg 10^{-14}$$

$$0 + 0,059 \cdot (-14) = -0,826 \text{ V} \approx -0,83 \text{ V}$$

9

9

Szabály!!

- Vízből azok a fémek fejlesztenek elméletben hidrogént (bontják a vizet), melyek standard elektódpotenciálja $-0,83 \text{ V}$ -nál is kisebb.

- Ha a fém felületén védő oxidréteg alakul ki (pl. Al), akkor annak megbontása után mutatja a fém ezt a tulajdonságát.

10

10

Az alumínium kémiai tulajdonságai

- **Az alumínium lúgokban is oldódik:**
- **Amfoter fém!!!**
 - $2 \text{Al} + 2 \text{NaOH} + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Na [Al(OH)}_4] + 3 \text{H}_2$
- Tömény oxidáló savak erősítik a védőréteget, nem oldódik. (pl. cc. HNO_3 -ben NEM oldódik)

11

11

Az alumínium kémiai tulajdonságai

- **Halogénekkal** hevesen reagál:
 - $2 \text{Al} + 3 \text{I}_2 = 2 \text{AlI}_3$
1 csepp víz a katalizátor
- Magas hőmérsékleten vakító fénnel **elég:**
 - $4 \text{Al} + 3 \text{O}_2 = 2 \text{Al}_2\text{O}_3$
- **Termitreakció** (erélyes redukálószer)
 - $2 \text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2 \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
 - kb. 2500°C , vasúti sínek hegesztésénél



<https://www.youtube.com/watch?v=fcGHEpMjw6>

<https://www.youtube.com/watch?v=5uexFqz2lq>

12

12

Az alumínium előfordulása

- Vegyületei gyakoriak
 - **Bauxit** : víztartalmú Al_2O_3
 - **Kriolit** (jégkő) : Na_3AlF_6
 - **Korund**: tiszta Al_2O_3
 - színtelen, igen kemény ásvány
 - színezett fajtái ékkövek : rubin, zafír




13

13

Alumíniumgyártás

1. timföldgyártás
(tiszta Al_2O_3 előállítása)

2. timföld elektrolízise
(fém alumínium előállítása)

1. A bauxitot porrá őrlik
2. NaOH-dal kioldják az Al-vegyületeket (feltárás)
3. A lúgban nem oldódó, szennyező vörös vasvegyületeket a „vörösiszap” tartalmazza
4. Ülepítés, szűrés, majd vízzel hígítás: $\text{Al}(\text{OH})_3$ csapadék
5. Kalcinálás: Az $\text{Al}(\text{OH})_3$ izzítása

$$2 \text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$$

14

14

Alumíniumgyártás

1. timföldgyártás
(tiszta Al_2O_3 előállítása)

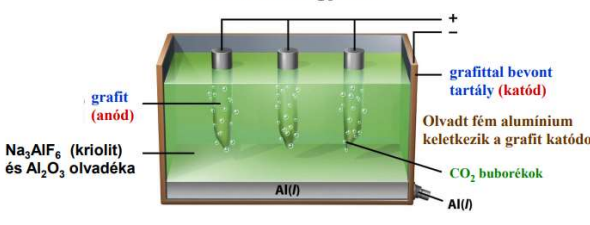
2. timföld elektrolízise
(fém alumínium előállítása)

1. A timföld op.-ja túl magas ezért kriolitban oldják (1000°C)
2. Olvadékelektrolízis grafitkatódok mellett.
 1. Katód: $2 \text{Al}^{3+} + 6 \text{e}^- = 2 \text{Al}$ (redukció)
 2. Anód: $3 \text{O}^{2-} = 2 \text{O} + 6 \text{e}^-$ (oxidáció)
3. Alumíniumkohóban
 1. Az olvadt alumínium a grafitkád alján gyűlik össze
 2. A felette úszó sóolvadék megvédi az újraoxidálódástól
 3. Az anódon oxigén fejlődik, mely reagál az anódszénnel, ezért ezt folyamatosan pótolni kell

15

15

A timföld (Al_2O_3) elektrolízise




Mivel az alumínium olvadék sűrűsége nagyobb, mint a $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_3\text{AlF}_6$ keveréké, összegyűlik az elektrolizáló cella alján, ahonnan elvezethető.

16

16

Az alumínium felhasználása

- Kis sűrűségű, jól alakítható fém
 - Vezetékek, lemezek, fóliák gyártására
 - Háztartási eszközök, szerkezeti elemek
 - Közlekedési eszközök
- Az oldott alumíniumvegyületek az egészségre károsak
 - Savban, lúgban egyaránt oldódnak, így könnyen a környezetbe és a szervezetbe kerül



17

17

IV. A csoport fémek: Sn, Pb

- ns^2np^2 ,
 - +2 vagy +4 az oxidációs számuk
- Sötétszürke, nagy sűrűségű, puha fémek
 - Az ólom nyomot hagy a papíron (irón)
- Jól hengerelhetők, alakíthatók




18

18

Az ón allotróp módosulatai

- Közöséges körülmények között: **fehér ón**
- 161°C felett: **rombos ón**
- 13,2°C alatt: **szürke ón**
 - Alacsony hőmérsékleten az óntárgyak lassan átalakulnak szürke ónná, és porrá esnek szét
 - Az „ónpestis” az insatbil ónmódosulat szürke ónnal való fertőződése https://www.youtube.com/watch?v=K2829k6D1_c
 - Robert Scott kapitány tragédiája (1913)
 - Napóleon orosz hadjárata (1812)

19

19

Robert Scott és a szürke ón

- **Robert Scott** angol sarkkutató 1910-ben indult útnak, hogy elérje a Déli-sarkot.
- **Amundsen** norvég utazó azonban megelőzte.
- Scott a visszavezető úton a hátrahagyott raktárakban üresen találta a petróleumos dobozokat. Fűtőanyag nélkül a kutatók nem tudtak ellenállni a sarki hidegnek és hóiharoknak, valamennyien elpusztultak.
- A tragédiát egy figyelmetlenség okozta!
- A petróleumos dobozokat ónnal forrasztották.
- *Az ón az alacsony hőmérsékleten porrá hullott szét.* Ez játszott végzetes szerepet az expedíció katasztrófájában.

20

20

Napóleon oroszországi hadjárata

- 1812 telén Napóleon vesztesen kellett kivonuljon Oroszországból.
- Ehhez a vereséghez hozzájárulhatott, hogy a katonakabátok ónból készült gombjai a hidegben porrá estek szét!



21

21

Az ón kémiai tulajdonságai, felhasználása

- Felületén védő oxidréteg alakul ki
- Amfoter elem
 - Savakban lassan, lúgokban egyaránt oldódik
 - $\text{Sn} + 2 \text{HCl} = \text{SnCl}_2 + \text{H}_2$
 - $\text{Sn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
- Hevítve ón-dioxidá ég el
 - $\text{Sn} + \text{O}_2 = \text{SnO}_2$
- Fehérbádóg (passzív korrózióvédelem)
- Bronz (réz-ón ötvözet)
- Forrasztóón (ón-ólom ötvözet)
 - alacsony olvadáspont



22

Az ólom

- Levegőn védőoxidrétege miatt állandó fém
- Negatív standardpotenciálú, de
 - híg sósavban, kénsavban NEM oldódik
 - megvédi a képződő rosszul oldódó klorid és szulfát csapadék
- cc. **HNO₃** nitrozus gázok fejlődése mellett **oldja**
 - pl: $\text{Pb} + 4 \text{HNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 - vagy: $3\text{Pb} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
- cc. **kénsav passzíválja** nem oldja
- Levegőn elég, halogénekkal reagál (PbO, PbCl₂)

23

23

A ólom felhasználása, előfordulása

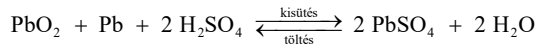
- Már az ókorban is ismerték
 - római vízvezetékek, sörétek, puskagolyók
 - mérgező volta ellenére festékanyag
 - nagy fénytörő képességű kristályvázák
- Ma
 - ólomakkumulátorok lemezei
 - nehezek hajókhoz, a Holdon
 - sugárvédelem
 - orgonasípok (ón-ólom ötvözet)
 - festékanyag
- Gyakori ásványa a galenit: PbS

24

24

Az ólomakkumulátor működése

- Kénsavoldatba merül Pb-t és PbO₂-t tartalmazó elektród
- Katód: $\text{Pb}^{4+} + 2\text{e}^- = \text{Pb}^{2+}$
 - Az Pb²⁺-ionok, a szulfátionokkal reagálva PbSO₄-csapadékot adnak, amely megkötődik a katód felületén.
- Anód: $\text{Pb} = \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$
 - Itt is PbSO₄-csapadék képződik, amely az anód felületén kiválik.



- Akkumulátor töltése
 - Ha az akkumulátor elektródjaira ellentétes irányú áramot kapcsolunk, az elektródokon a működés előtti állapotot vissza tudjuk állítani.

25