

## A vas csoport jellemzése

### (34. fejezet)

#### A d mező fémeinek általános jellemzői

**A d mezőben található elemek** igen sokszínűek. Vegyértékelektron-szerkezetük a főcsoportbeli elemekétől eléggé eltérő, emiatt **kémiájuk is roppant érdekes**. Az ebben a mezőben lévő fémek többsége magas olvadáspontú, kemény, nagy sűrűségű és nagyon jó áramvezető. Magas olvadáspontjukat annak köszönhetik, hogy atomméretük relatíve kicsi és a *d* alhéjnak köszönhetően egységnyi térfogatban viszonylag sok elektron zsúfolódik össze. Emiatt a közöttük lévő fémes kötés meglehetősen erős. **Elektronegativitásuk a fémek között nagy, a periódusos rendszer többi eleméhez képest pedig közepes értéket mutat.**

Kémiájukra erős hatással van a *d* mező elektronjainak jelenléte. Többségük emiatt **változatos oxidációs állapotok** kialakítására képes, melyek között átalakulás lehetséges. Jó példa erre a vas, melynek +2 és +3-as oxidációs állapota is ismert, vagy a króm, de még lehetne sorolni a példákat.

Az eddig tárgyalt fémekkel ellentétben többségüknek az **ionja** (főleg hidratált formában) **színes** (persze van kivétel). Ez azért lehetséges, mert a *d* alhéjon lévő elektronok könnyen gerjeszthetőek. Mivel kationjaik többsége kisméretű, és számos anionra erős polarizációs hatással van (pl. az ezüst szinte az összes halogenid ionra), ezért **hajlamosak vízben rosszul oldódó, színes csapadékokat kialakítani**, melyek színe részben az adott fém ionjának a színétől függ.

Savban való oldhatóságuk is érdekes. **Vannak olyanok, amelyek híg savakban oldódnak**, de vannak olyanok is, **amelyek csak tömény oxidáló sav hatására oxidálódnak**. Meglepő módon **olyan fém is van közöttük, amely szinte minden savnak ellenáll** (arany, platina), csak speciális saveleggyel lehet feloldani.

A *d* mező fémeinek fontos tulajdonsága továbbá **a komplexképzésre való hajlam**. Ezt a tulajdonságukat **üres *d* pályáiknak köszönhetik**. Változatos koordinációs számú komplexeket képesek kialakítani. **Koordinációs számuk elemtől függően lehet általában 6-os vagy 4-es, de van, amelyiknél akár csak 2-es.**

## A vas csoport jellemzése

A vas csoport a periódusos rendszer **VIII.B mellékcsoportja**. Meglepő módon ebbe a csoportba nem a vas oszlopában lévő elemek tartoznak, hanem a vas mellettiek, összességében a **vas (Fe), kobalt (Co) és nikkel (Ni)**. Ennek az az oka, hogy **ezek az elemek kémiaiailag jobban hasonlítanak egymásra, mint az egy oszlopban lévők**. Mind a három fém **kiemelkedő ipari jelentőséggel bír**

### A vas

#### ***Fizikai tulajdonságai***

**Szürkésfehér színű, fémes fényű, magas olvadáspontú (1538 °C), jó hő- és áramvezető nehézfém. Magas hőmérsékleten jól megmunkálható, kovácsolható. A hideg vas rideg, ennek az az oka, hogy a hideg vas térben középpontos, míg a vörös izzásra hevített vas lapon középpontos elemi cellával rendelkezik (lásd a fémek általános jellemzésénél).**

A **vas ferromágneses** tulajdonságot mutat, vagyis külső mágneses mező hatására mágnesesödik, és a külső mágneses mező megszüntetése után is megtartja a mágneses tulajdonságát. Vegyértékelektron-szerkezetén 8 darab elektron található, melyek közül 4 darab d alhéjon lévő elektron párosítatlan. Vegyértékelektron-szerkezete ennek megfelelően:  **$3d^6 4s^2$** .

#### ***Kémiai tulajdonságai***

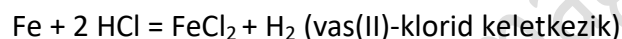
A vas felhasználhatóságát egyik legjobban befolyásoló tulajdonsága a korrózióval szembeni védtelensége. Korrózióvédelem nélkül készített **vastárgyak** a levegő oxigén- és nedvességtartalmának hatására **idővel teljesen tönkremennek, megrozsdásodnak**. Ez annak köszönhető, hogy **standardpotenciál-értéke negatív, és a felületén nincsen tömör védőoxid réteg**.

Vegyületeiben **kétfajta oxidációs állapot** kialakítására képes: **+2 és +3**. A **vas(II) ionok zöld, a vas(III) ionok pedig sárgásbarna színűek hidratált állapotban**. A kétfajta oxidációs állapot közül a **+3-as a jóval stabilabb**. Ezt az is alátámasztja, hogy a levegőn állva hagyott vas(II) ionokat tartalmazó oldat idővel elkezd sötétedni, majd teljesen megbarnul. Ilyenkor a vas(II)

ionok vas(III) ionokká oxidálódnak a levegő oxigéntartalma miatt. A két ion közötti hatalmas stabilitási különbségnek a magyarázata az ionok vegyértékelektron-szerkezetében rejlik. Amikor a vas +2-es oxidációs állapotba kerül, akkor a külső s alhéjain lévő elektronjait adja le, tehát a 3d alhéjon 6 elektron marad, melyek közül kettő párosított, négy párosítatlan. A vas(III) esetében azonban az s elektronok mellett a d alhéjon lévő párosított elektronok egyike is elhagyja az atomot, és így a d héjon 5 darab párosítatlan elektron marad. A Hund-szabály értelmében ez az állapot energetikailag kedvezőbb az atom számára, ugyanis ilyenkor van neki maximális párosítatlan elektronja.

Jellemző redoxireakciói:

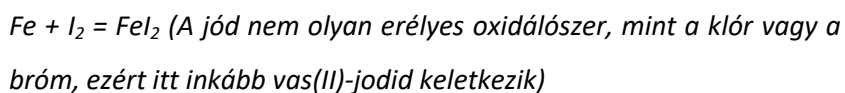
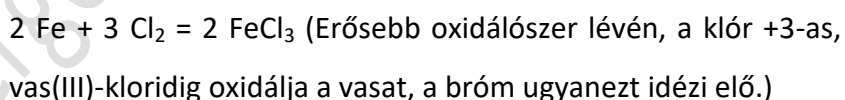
- **Híg savakban hidrogén fejlődése közben oldódik:**



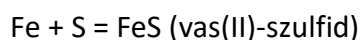
- **Tömény, oxidáló savakat a durva oxidáció következtében a felületén kialakuló védőréteg miatt passziválja.**

- **Számos nemfémmel vegyül magasabb hőmérsékleten:**

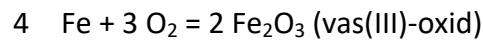
- Halogénekkal magasabb hőmérsékleten egyesül:



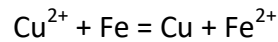
- Mivel a **kén nem tud olyan erős oxidálószerként viselkedni, mint a klór, ezért ő csak vas(II)-ig oxidálja a vasat:**



- **Por alakban tűztűnemény közepette egyesül oxigénnel (lángba dobva)**



- **A nála pozitívabb standardpotenciálú fémek ionjait képes redukálni.** Ily módon galvánelem egyik elektródjaként is lehet használni.



### ***A vas ipari előállítása, a vasgyártás***

Az iparban hatalmas mennyiségben állítanak elő vasat. **Előállítása meglehetősen energiaigényes.** A módszer a különböző **vasércek szenes redukációján alapul.** Vasércek közül a következők keverékét használják:

- **magnetit**, más néven mágnesvasérc ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )
- **hematit**, más néven vörösvasérc ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )
- különböző **barnavasérc**ek, például a limonit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ )
- **sziderit**, más néven vaspát ( $\text{FeCO}_3$ )

A különböző **vasércet először aprítják**, majd **salakképző anyaggal** (mészke vagy dolomit) **keverik össze.** Ezután ezt fokozatosan elkezdik **a koksszal váltakozva felülről beadagolni a nagykohóba**, ahol a különböző **redukációs folyamatok** végbemennek.

A nagykohóban a **hőmérséklet fentről lefele nő**, legalul a maximális hőmérséklet elérheti az  $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ -ot is. A magas hőmérséklet hatására beindulnak a redukációs folyamatok. A **koksnak hármasszerepe van** a vasgyártásban. **Egy része elég**, és exoterm égése lévén **biztosítja a redukációs folyamatokhoz szükséges hőmérsékletet**, a **másik része részt vesz magában a redukációban**, harmadrészt pedig **ötvözi a vasat.**

A vasgyártásnál **segédanyagként forró levegőt fúvatnak be alulról a salakréteg felett.** Erre azért van szükség, hogy a **koksz égni tudjon**, és ezáltal a folyamat energiaigénye fedezve legyen. Hideg levegőt nem lehetne befúvatni, mert az lehűtené a rendszert. (A levegőt hőcserélő berendezésen átfújva melegítik fel, hőmérséklete elérheti az  $1200\text{-}1300 \text{ }^\circ\text{C}$ -ot is.) Fontos megjegyezni, hogy nagy körültekintést igényel a **kénszennyezés elkerülése**, ugyanis a kén rontaná mind az nyersvas, mind az acél tulajdonságait.

A **salakképzőnek** is kulcsfontosságú szerepe van. Ez a segédanyag a **vasérc különböző szennyeződéseivel reagál és képez olvadt salakot**. Ez a salakréteg alul a **nyersvas tetején úszik**. Ily módon **egyrészt képes tisztítani a nyersvasat a szennyezőktől, valamint elzárja azt az oxigéntől, így megvédi az oxidációtól**. A **kohó legalján keletkező vasat folyamatosan csapolják** a salakanyaggal együtt. Emiatt az alapanyagokat is folyamatosan adagolni kell.

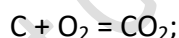
A **kohó tetején távozik a torokgáz**, amely a folyamat során képződött forró gázokat (CO, CO<sub>2</sub> stb.) jelenti. Ezeket a gázokat is felhasználják, például úgy, hogy hőcserélőbe bevezetik, és a leadott hőjükkel felmelegítik a befúvandó levegőt.

A kohóban **nem csak a szén redukálja a vasérceket, hanem a szén égéséből keletkező szén-monoxid is:**

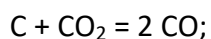
- **Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 3 C = 2 Fe + 3 CO** Ez az úgynevezett **közvetlen redukció**, azért közvetlen, mert maga a szén redukál. A folyamatot természetesen minden beadagolt vasérccel külön-külön fel lehet írni.
- **Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 3 CO = 2 Fe + 3 CO<sub>2</sub>** Ez az úgynevezett **közvetett redukció**, mivel itt nem a szén redukál, hanem a belőle képződött szén-monoxid.

A nagyolvasztóban természetesen **más kémiai folyamatok** is végbemennek. Ilyen például a

- **szén égése**, amely biztosítja a redukcióhoz szükséges hőt:



- **a szén-dioxid is képes redukálódni az izzó szén által:**



- **salakképzés**, melyben különböző szilikátok (CaSiO<sub>3</sub>) képződnek.

A kohóban **előállított nyersvas nem tiszta**. Viszonylag **nagy mennyiségben** (3-4 tömegszázalékban) **szénnel van ötvözve**. Emiatt **rideg, törékeny, csakis öntésre alkalmas**. A

nyersvas egy kisebb részéből öntött vasat készítenek, nagyobb részét pedig **acél előállítására használják.**

### ***A vas előfordulása és élettani jelentősége***

A vas **elemi állapotban nem fordul elő a Földön, vegyületei és ércei** azonban elég szép számban megtalálhatóak. Fontosabb érceit a vasgyártásnál felhasznált érceknél találjuk meg.

A **vas** (vagyis +2-es oxidációs állapotú ionja) **az élővilág számára nélkülözhetetlen.** A felnőtt szervezet átlagosan 4-5 gramm vasat tartalmaz, melynek túlnyomó része fehérjeszerkezetekhez kötődik, leginkább a **hemoglobin és a myoglobin szerkezetében** található meg. **A hemoglobinban lévő vasionok felelősek az oxigén és szén-dioxid szállításáért.** A myoglobin az izomsejtekben található, és a sejtek anyagcseréjében vesz részt. A vas a növények esetében a fotoszintézisért felelős fehérjékben található meg.

### ***A vas fontosabb vegyületei***

A **pirit** ( $\text{FeS}_2$ ) **gyönyörű, aranyra hasonlító, sárgás színű** kristályként fordul elő a természetben. Szokás úgy is hívni, hogy a **bolondok aranya**, hiszen sokan hitték először azt, hogy aranyra leltek, amikor találtak egy darab piritet. Kiemelkedő ipari jelentősége van, ugyanis **belőle állítják elő a kénsavgyártáshoz szükséges ként** pörköléssel.

A **vas(II)-szulfid** ( $\text{FeS}$ ), **egy szürkés színű kemény anyag.** A kén-hidrogénnél erősebb savak által (pl. sósav) könnyűszerrel előállítható belőle kén-hidrogén.

### ***Acélgártás (kiegészítő olvasmány emelt szintre készülőknek)***

Az acélgártás célja a nyersvas magas széntartalmának a csökkentése. Erre azért van szükség, mert a magas széntartalom miatt a nyersvas rideg, nem megmunkálható. Az acélgártás alapjait már a 18. században fektették le.

*Az 1780-as években Henry Cort (1784) szabadalmaztatta a tégelyacélgártást. Ennek lényege az volt, hogy oxigénben dús füstgázzal csökkentették a nyersvas széntartalmát, miközben a folyékony masszát állandóan kevergették. Innen is ered a kavaró acéleljárás elnevezés. Ezt a módszert 70 évvel később a Bessemer eljárás váltotta fel, melyet Henry Bessemer szabadalmaztatott 1855-ben. Ennek során a folyékony nyersvasat egy konténerbe öntötték és oxigénben dúsított levegőt vezettek bele, aminek hatására csökkent a széntartalma. Tíz évvel később egy francia mérnök, Pierre-Émile Martin egy újabb módszert szabadalmaztatott. Ez volt a Siemens-Martin-eljárás. Ez már lehetővé tette vasércet vagy ócskavas felhasználását is. Az eljárás során az acélt folyamatosan lehetett csapolni.*

A modernebb acélgártási módszerek között megtalálható a Magyarországon (Diósgyőrben és Dunaújvárosban) is alkalmazott LD eljárás. Nevét kidolgozásának a helyének, Linz-Donawitz város kezdőbetűiből kapta. Az eljárásban tiszta oxigént használnak, melyet egy fúvókán keresztül, oxigénláncza formájában juttatnak a feldolgozandó anyaghoz. Salakképző anyagokat is használnak. Az oxigén hatására a széntartalom egy része szén-dioxiddá oxidálódik. Az egyéb szennyeződések az oxigén hatására oxidálódnak, és a salakképző anyagokkal salakot képeznek, amely a nyersacéltól könnyen elválasztható. Az LD konverterből az acél könnyen kiüríthető, mivel a konverter billenthető.

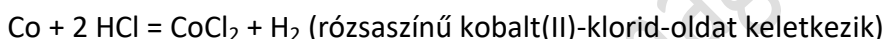
Az előállított acélt különböző tulajdonságainak javítása érdekében még feldolgozzák. Előállíthatnak belőle például edzett acélt hőkezeléssel. Edzett acél úgy keletkezik, hogy a magas hőmérsékletre melegített, hevített acélt hirtelen lehűtik, így rideggé, de keménnyé válik.

Az acélt ötvözni is lehet. Számos acélötvözet ismert, melyek arra hivatottak, hogy az acél valamely tulajdonságát (pl. keménységét, savállóságát, korrózióval szembeni viselkedését) javítsák. Ha krómmal és nikkellel ötvözik a megfelelő arányokban, akkor rozsdamentes acél lehet előállítani. Molibdénnel való ötvözés során saválló acél alakítható ki.

## A kobalt és a nikkell

Szürke színű, magas olvadáspontú, kemény, korrózióknak ellenálló nehézfémek. Korrózióval szembeni védettségüket a felületükön lévő védőoxidrétegnek köszönhetik. A kobalt rideg, törékeny, de a nikkell jól megmunkálható. Elektronegativitásuk a vashoz közeli, közepes értékű, atomméretük közel ugyanakkora (a vasénál picit kisebb). Mind a kettő ferromágneses tulajdonságú. A kobalt vegyületeiben +2 és +3-as oxidációs állapotban fordul elő, míg a nikkell csak +2-es állapotban. A kobalt(II) ion hidratálva rózsaszín, szárazon kék színű. A hidratált nikkell(II) ion almazöld színű.

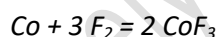
A vashoz hasonlóan híg savakból hidrogént fejlesztenek, de tömény oxidáló savaknak ellenállnak (Ni tömény salétromsavval reagál!!!).



Magasabb hőmérsékleten nemfémekkel is reagálnak.

- Halogénnel:

- a fluor a kobaltot +3-as oxidációs állapotig oxidálja



- $\text{Co} + \text{Cl}_2 = \text{CoCl}_2$

- $\text{Ni} + \text{Cl}_2 = \text{NiCl}_2$  (zöld színű)

- Kénnel:

- $\text{Co} + \text{S} = \text{CoS}$

- $\text{Ni} + \text{S} = \text{NiS}$

Ionjaik csapadék- és komplexképzésre is alkalmasak.

- $\text{Ni}^{2+}$  ionok a  $\text{OH}^-$  ionokkal zöld csapadékot képeznek:

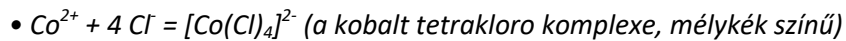
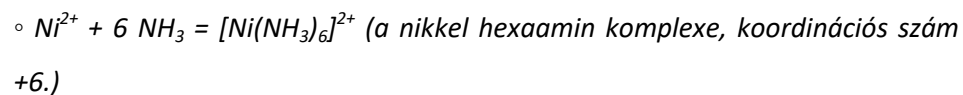
- $\text{Ni}^{2+} + 2 \text{OH}^- = \text{Ni(OH)}_2$  (a képződött zöld színű csapadék ammóniaoldat feleslegében képes feloldódni)



Írta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

Honlapcím: <https://www.emeltkemiaerettsegi.hu/>

34. fejezet: A vas csoport jellemzése



A kobalt és a nikkelt legnagyobb arányban szulfidérceiben fordul elő.

Lénárt Gergely kémia magánoktató