

Triáda železa

Prvek	Značka	Kdo ho objevil	Rok objevení	Protonové číslo	Běžná oxidační čísla
Železo	Fe	neznáme	4480 př. n. l.	26	+2, +3
Kobalt	Co	Georg Brandt	1735	27	+2, +3
Nikl	Ni	Axel Fredrik Cronstedt	1751	28	+2, +3

Prvky triády železa mají kovový charakter vazby. Jsou obtížně tavitelné, málo těkavé, mají vysoké body tání a varu a poměrně malý molární objem. Ve sloučeninách vykazují proměnné oxidační stavy. Jsou typickými představiteli přechodných kovů.

Žádný z trojice prvků není schopen dosáhnout maximálního oxidačního stavu, který vyplývá z postavení v osmé skupině.

Sloučeniny těchto kovů jsou vesměs kovalentní, barevné, v řadě případů obsahují nepárové elektrony a proto jsou paramagnetické.

V přírodě se tyto prvky vyskytují kumulované v ložiskách, takže jsou dobře dostupné. Nejvíce rozšířené je železo, poté nikl a nejméně dostupný je kobalt. Je známý velký technický význam těchto kovů, obzvláště železa.

Železo

Železo je (po kyslíku, křemíku a hliníku) čtvrtým nejrozšířenějším prvkem v zemské kůře (6,2 %). Vzhledem ke stabilitě jeho jader je značně rozšířeno i ve vesmíru.

Železo má oxidační stavy II a III.

Čisté železo je měkký, kujný kov a je feromagnetické. Železo není ušlechtilý kov a v kyselinách se rozpouští za vývoje vodíku a železnatých solí. Železité soli se tvoří v přítomnosti kyslíku nebo při rozpuštění v oxidujících kyselinách.

Železo na vzduchu podléhá působení vzdušného kyslíku a vlhkosti a rezaví.

Výroba železa

Železo se vyrábí spalováním železných rud ve vysoké peci.

Výroba železa probíhá ve dvou fázích:

- Spalování koksu:
$$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$$
$$\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2 \text{CO}$$
- Redukce železa oxidem uhelnatým nebo přímo uhlíkem:
$$3 \text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$$
$$3 \text{C} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}$$

Sloučeniny železa

S kyslíkem - oxidy (FeO , Fe_2O_3)
- hydroxidy ($\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$)

S halogeny - halogenidy (FeCl_3)

Se sírou - sulfidy (FeS , FeS_2)

S dusíkem - nitridy (Fe_2N , Fe_4N)

S uhlíkem - karbidy (Fe_3C – karbid železa)

Síran železnatý FeSO_4 . Heptahydrát síranu železnatého $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ je známý pod triviálním názvem zelená skalice.

Oxid železnatý FeO je černá práškovitá hmota. Je stálý jen nad teplotou $575\text{ }^\circ\text{C}$, pod touto teplotou se rozkládá na železo a oxid železnato-železitý.

Hydroxid železnatý $\text{Fe}(\text{OH})_2$ je bílá vločkovitá sraženina, nerozpustná ve vodě. Rychle pohlcuje kyslík a přechází přes zelenou barvu až do hněda. Tento barevný pochod je způsoben oxidací hydroxidu železnatého na hydrát oxidu železitého.

Sulfid železnatý FeS je nerozpustný ve vodě. V čistém stavu je to červeno- hnědá práškovitá látka, pokud se připravuje zahříváním železa se sírou. Pokud se připravuje srážením roztoků železnatých solí roztokem alkalického sulfidu, tak je to černá práškovitá látka.

Oxid železitý Fe_2O_3 je červenohnědý prášek, nerozpustný ve vodě. V přírodě se vyskytuje jako nerost hematit a v hydratované podobě jako nerost limonit. V laboratoři se připravuje žháním hydroxidu železitého.

Oxid železnato-železitý Fe_3O_4 je černý, ve vodě, hydroxidech a kyselinách nerozpustný prášek, který se v přírodě vyskytuje jako magnetit. Slouží jako surovina pro výrobu pigmentů červené až hnědé barvy.

Dusičnan železitý $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ je v hydratované podobě bezbarvá krystalická látka, velmi dobře rozpustná ve vodě.

Síran železitý $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ je v bezvodém stav bílý prášek a v podobě hydratované soli je to bílá krystalická látka, dobře rozpustná ve vodě.

Hexakynoželeznatan draselný - $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ - žlutá krevní sůl

Hexakynoželezitan draselný - $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ - červená krevní sůl

Využití železa

Čisté železo nemá velký praktický význam. Technické železo (slitina železa s uhlíkem, fosforem, křemíkem a dalšími prvky) je nejdůležitějším konstrukčním materiálem a technickým kovem.

Oxid železnatý je obsažen v pigmentu. Tento oxid je schválený pro používání v kosmetice a někdy je také používán do tetovacích inkoustů.

Oxid železitý byl používán při výrobě audiokazet a magnetických pásků.

Fluorid železnatý FeF_2 a fluorid železitý FeF_3 se používají k přípravě keramických glazur.

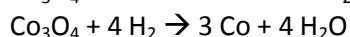
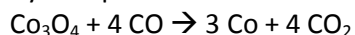
Kobalt

Kobalt je druhým prvkem triády železa. Je to namodralý, feromagnetický, špatně tavitelný a mechanicky velmi pevný kov.

Kobalt dosahuje oxidačních stavů II a III. Oxidační stav II je u kobaltu častější a stabilnější u nekomplexních sloučenin. Oxidačního stavu III dosahuje nejčastěji u komplexních sloučenin. V porovnání s elementárním železem je kobalt ušlechtlejší kov. Kobalt je stálý i na vzduchu.

Výroba kobaltu

Výroba práškového kobaltu se provádí redukcí oxidem uhelnatým nebo vodíkem.



Sloučeniny kobaltu

S kyslíkem - oxidy (CoO, Co₂O₃)

- hydroxidy (Co(OH)₂, Co(OH)₃).

S halogeny - halogenidy (CoF₃, CoF₂).

Oxid kobaltnatý CoO je olivově zelený prášek, nerozpustný ve vodě, rozpustný v kyselinách na kobaltnaté soli.

Hydroxid kobaltnatý Co(OH)₂ je v čerstvém stavu zprvu modrá sraženina, která se stáním zbarvuje do světle růžové barvy. Je nerozpustná ve vodě, rozpustná v kyselinách na kobaltnaté soli.

Sulfid kobaltnatý CoS je černý prášek, nerozpustný ve vodě, hydroxidech ani zředěných kyselinách, v koncentrovaných se rozpouští za vzniku sulfanu.

Oxid kobaltitý Co₂O₃ je v bezvodém stavu hnědý prášek, nerozpustný ve vodě. Připravuje se oxidací hydroxidu kobaltnatého, ale pouze ve své hydratované podobě.

Fluorid kobaltitý CoF₃ je v bezvodém stavu hnědý prášek, v hydratované podobě chromově zelený prášek, rozpustný ve vodě, ale vodou se rozkládá.

Síran kobaltitý Co₂(SO₄)₃ je modrá krystalická látka, která se ve vodě ihned rozkládá za vzniku kyslíku, v kyselině sírové se rozpouští bez rozkladu. Síran kobaltitý tvoří v roztoku se sírany alkalických kovů podvojně sírany – kamence.

Kobalt s oxidačními stavy II a III se velmi ochotně stávají středovými atomy komplexních sloučenin. Nejčastější ligandy jsou CN⁻, SCN⁻, NH₃, F⁻, Cl⁻, Br⁻, I⁻, NO₂, H₂O, OH⁻, C₂O₄²⁻, CO₃²⁻.

Využití kobaltu

Kovový kobalt se využívá v metalurgii k legování oceli (zlepšuje řezivost, zvyšuje magnetičnost a v menší míře i pevnost oceli), některých slitin hliníku (vylepšuje pevnostní i plastické vlastnosti).

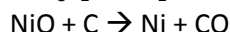
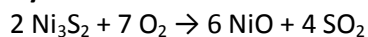
Sloučeniny kobaltu se používají při výrobě smaltů, barviv a ve sklářském a keramickém průmyslu, Uhličitan kobaltnatý CoCO₃ je nejsilnější keramické barvivo.

Dusičnan kobaltnatý Co(NO₃)₂ se používá jako červený pigment k barvení keramiky

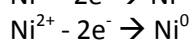
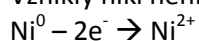
Nikl

Nikl je stříbrobílý, lesklý, kujný a tažný kov s feromagnetickými vlastnostmi. Je velmi málo těkavý a obtížně se taví. V přírodě se nikl vyskytuje jako ryzí kov a v rudách, často doprovázený kobaltem. Vyskytuje se hlavně v oxidačním stavu II a to v jednoduchých i komplexních sloučeninách. Nikl je ušlechtilějším kovem než železo. Nikl na vlhkém vzduchu nekoroduje, což se využívá při ochraně kovů před korozí, tzv. poniklování.

Výroba niklu



Vzniklý nikl není čistý, proto se přečišťuje elektrolýzou.



Sloučeniny niklu

Oxid nikelnatý NiO je zelený prášek, nerozpustný ve vodě a hydroxidech, ale snadno rozpustný v kyselinách na nikelnaté soli. V keramickém průmyslu se používá k barvení na šedo.

Hydroxid nikelnatý Ni(OH)₂ je zelená látka, nerozpustná ve vodě a hydroxidech, rozpustná v kyselinách a amoniakálních roztocích. Připravuje se srážením roztoků nikelnaté soli roztokem alkalického hydroxidu.

Sulfid nikelnatý NiS je černý prášek velmi nerozpustný ve vodě a hydroxidech, v čerstvém stavu rozpustný v kyselinách, po odstátí nerozpustný.

Využití niklu

Přídavek niklu do oceli podstatně ovlivňuje její houževnatost a kujnost, ve slitinách hliníku zvyšuje jejich pevnost za vysokých teplot.

Slitina 89% Ni a 11% P patří mezi kovová skla (amorfní kovy) a používá se jako tvrdá pájka pro pájení v kosmické technice.

Sloučeniny niklu se používají jako pigmenty a katalyzátory.

Dusičnan nikelnatý Ni(NO₃)₂ se používá jako součást hnědých keramických glazur.