



## Titan (Ti)

Prvek 4. skupiny (IV.B) ve 4. periodě (Z=22)

Výskyt- 7. nejrozšířenější prvek- rutil ( $\text{TiO}_2$ ) a ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ )

Vlastnosti:

- Neušlechtilý kov
- Lehký (nízká hustota) a tvrdý kov
- Chemicky stálý- nereaguje s vodou, atmosférickými plyny, většinou kyselin a zásada, odolný proti korozi

Výroba- drahá těžba rud- pyrolýza (tepelný rozklad) rud s uhlíkem a chlorem  $\rightarrow \text{TiCl}_4 \rightarrow$  redukce hořčíkem na kovový titan

Využití:

- Letecký průmysl (namáhané části letadel)
- Vesmírný průmysl (družice, vesmírné sondy)
- Lékařské implantáty  $\leftarrow$  biokompatibilita
- Šperky (zvl. pearcing)

## Sloučeniny

- Titanová běloba / rutil ( $\text{TiO}_2$ )- bílý pigment- E171 (barvení zubních past a mléka), nátěry
- TiN- brusivo (Mohsova tvrdost= 9)
- $\text{TiCl}_4$ - náplň dýmovnic- při styku s vlhkostí hydrolyzuje za vzniku bílého dýmu (např. letecké show)
- Slitina Ti-6Al-4V- nízká hmotnost, vysoká pevnost, biokompatibilita, bez magnetické interference (umožňuje magnetickou rezonanci či projít detektorem kovu)- medicínské implantáty

## Chrom (Cr)

Prvek 6. skupiny (VI.B) ve 4. periodě (Z=24)

Výskyt- chromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ )

Vlastnosti:

- Neušlechtilý kov
- Stříbrolesklý, tvrdý kov
- Většinou oxidační čísla +III a +VI
- Reaguje s kyslíkem ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), se sírou ( $\text{Cr}_2\text{S}_3$ ) i s halogeny ( $\text{CrX}_3$ )
- Velmi odolný proti korozi ( $\leftarrow$  „kvalitní“ pasivace)

Výroba: aluminotermie ( $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$ ); elektrolýza

Využití- ferochrom (přísada oceli- zvyšuje žáruvzdornost, tvrdost a odolnost proti korozi), pochromování

## Sloučeniny

- Oxid chromitý ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )- zelený prášek nerozpustný ve vodě- olejová barva (tzv. chromová zeleň), impregnace dřeva, ochrana kovů proti korozi
- Oxid chromový ( $\text{CrO}_3$ )- tmavočervený- silné oxidační účinky (vysoce jedovatý, korozivní a karcinogenní) + ve vodě vytváří kyselinu chromovou + zapaluje hořlavá organika
  - Sloučeniny s chromem v oxidačním čísle +VI (tzv. šestmocný chrom) jsou silně extrémně nebezpečné a nesmí být vypouštěny do přírody
- Chromany- žluté se silnými oxidačními účinky
  - $\text{PbCrO}_4$ - tzv. chromová žluť
  - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - alkoholové detekční trubičky

## Wolfram (W)

Prvek 6. skupiny (VI.B) v 6. periodě (Z=74)- pod chromem

Výskyt- vzácně

Vlastnosti:

- Nejvyšší teplota tání a vysoká hustota
- Odolný proti korozi
- Nereaguje ani za vysokých teplot (odolný i při  $1000^\circ\text{C}$ ) + tvrdý → žáruvzdorný

Využití:

- Žárovková vlákna
- Elektrody pro svařování
- Řezání/obrábění kovů + vrtáky

Karbidy ( $\text{WC}$ ,  $\text{W}_2\text{C}$ )- velmi tvrdé- brusivo (Mohsova tvrdost= 9)

## Mangan (Mn)

Prvek 7. skupiny (VII.B) ve 4. periodě (Z=25)

Výskyt- pouze sloučeniny- primárně burel ( $\text{MnO}_2$ )

Vlastnosti:

- Neušlechtilý kov
- Křehký a tvrdý, stříbrolesklý kov
- Oxidační čísla +II až +VII
- Rozpustný v kyselinách i zásadách
- Reaguje s kyslíkem ( $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ), se sírou ( $\text{MnS}$ ) i s halogeny ( $\text{MnX}_2$ )

Výroba:

- Aluminotermie- oxidace  $\text{MnO}_2$  na  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  (mírnější reakce) →  $3\text{Mn}_3\text{O}_4 + 8\text{Al} \rightarrow 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Mn}$
- Elektrolýza  $\text{MnSO}_4$

Využití- ferromangan (přísada konstrukční oceli- mangan na sebe váže kyslík a síru)

## Sloučeniny

Nejochotněji odevzdává elektrony  $4s^2 \rightarrow$  stabilita sloučenin

- Burel ( $MnO_2$ )
  - Silné oxidační činidlo
  - Ochotně reaguje s kyselinami
  - Využití: sklářství, výroba suchých článků, katalyzátor
- Manganistan draselný / hypermangan ( $KMnO_4$ )
  - Temně fialové krystalky (purpurový roztok)
  - Silné oxidační činidlo
  - Využití: dezinfekce (poškozuje bílkoviny membrán mikroorganismů); úprava pitné vody (odstranění iontů železa a manganu); manganometrie (detekce redukčních látek)

---

## Triáda železa

Prvek	Z	Elektronegativita
Železo (Fe)	26	1,83
Kobalt (Co)	27	1,88
Nikl (Ni)	28	1,91

Elektronová konfigurace:  $[Ar]3d^{6-8}4s^2$

Prvky 4. periody, 8.-10. skupiny (souhrnně tzv. VIII.B skupina)

Výskyt- pouze sloučeniny:

- Železo- 4. nejrozšířenější prvek: magnetit ( $Fe_3O_4$ ), hematit ( $Fe_2O_3$ ), meteority
- Kobalt: kobaltin ( $CoAsS$ ); niklové, olověné a měděné rudy
- Nikl: sulfidy, laterity (oxidy, křemičitany), meteority

Vlastnosti:

- Neušlechtilé kovy
- Většinou oxidační čísla +II a +III
- Kovalentní vazby ve sloučeninách
- Rozpustné ve zředěných kyselinách (např.  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ )
- Železo:
  - Stříbřitě lesklé a měkké
  - Nejstabilnějším oxidačním stupněm je +III (
  - Feromagnetické (zesiluje magnetické pole)
  - S kyslíkem a vzdušnou vlhkostí rezaví (hydratovaný  $Fe_2O_3$  nevytváří souvislou vrstvu  $\rightarrow$  nemůže pasivovat)
    - $4Fe + 3O_2 + 2xH_2O \rightarrow 2Fe_2O_3 \cdot xH_2O$
    - Koroze = anodická oxidace železa (FeS jako elektrolyt)
  - Ochotně reaguje s kyselinami, hydroxidy na něj nepůsobí

- Nikl a kobalt:
  - o Stříbřitě bílé
  - o Velmi tvrdé (tvrdší než železo)
  - o Málo reaktivní- za normálních teplot nereagují s kyslíkem, vodou, sírou či halogeny, s kyselinami pouze neochotně; za zvýšené teploty se slučují s mnoha prvky
  - o Paramagnetické (ovlivňovány magnetickým polem, ale nemagnetizují se)

Výroba- nikl a kobalt pražením sulfidů (železo viz níže)

Využití:

- Železo- čisté příliš měkké → slitiny (zvl. ocel- konstrukce, stroje...)
  - o *Ocelové konstrukce jsou lehké a pevné, ale špatně odolávají požárům*
- Kobalt:
  - o Katalyzátor při výrobě oceli
  - o  $^{60}\text{Co}$  zdroj gama záření pro ozařování nádorů (např. Leksellův gama nůž), defektoskopii a sterilizaci
  - o Součást vitamínu B<sub>12</sub>
- Nikl
  - o Slitiny- Monelův kov a nichrom (Ni + Cu); přísada do ocelí
  - o Galvanické pokovování (proti korozi)
  - o Katalýza ztužování tuků (potravin)
  - o Zařízení odolná proti korozi (přístroje pro výrobu hydroxidu sodného či fluoru)
  - o Vodič

### Výroba železa

Vysoké pece- plněné kyslíkatými rudami:

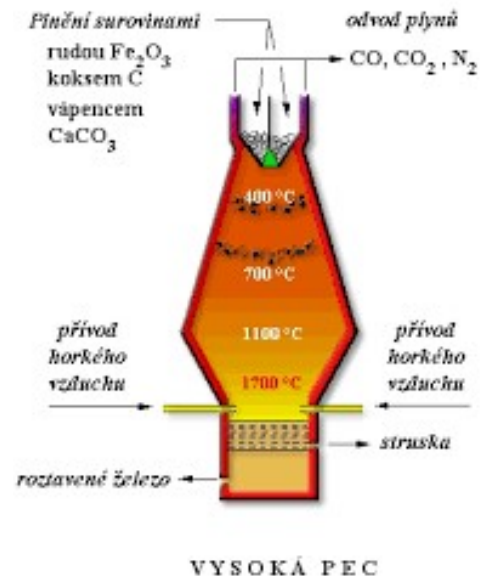
- a) Spalování koksu- záleží na přístupu ke kyslíku:
  - a.  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  - dokonalé spalování
  - b.  $\text{CO}_2 + 2\text{C} \rightarrow 2\text{SCO}$  - nedokonalé spalování
- b) Nepřímá redukce oxidem uhelnatým- nedostatečný přístup vzduchu- střední část pece:
  - a.  $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$
  - b.  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$
  - c.  $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
- c) Přímá redukce koksem- spodní část pece ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}$ )

Před zpětnou oxidací železo ve spodní části pece chrání vrstva strusky nad ním

Sloučeniny uhlíku zůstávají v železe rozpustné i v pevném stavu → obsah uhlíku zvyšuje teplotu tání

Zpracování produktu:

- a) Litina (surové železo)- vysoký obsah uhlíku, tvrdá, křehká, není kujná
- b) Zkujňování litiny (snížování C aj.) → ocel
- c) Zpracování oceli:
  - a. Kalení- prudké ochlazení → tvrdá a křehká



VYSOKÁ PEC

- b. Popouštění- pomalé zahřívání → tvrdost zůstává, ale odstraní se vnitřní pnutí → pružnost
- c. Legování- příměs vanadu/chromu/wolframu → odolnost proti korozi a vysokým teplotám
- d. Cementace- zahřátí předmětu ve směsi sloučenin uhlíku a difundace pouze do povrchové vrstvy → zvýšená tvrdost<sup>1</sup>
- e. Nitridování- zahřívání oceli v proudu amoniaku → vznik tvrdé povrchové vrstvy Fe<sub>2</sub>N
- f. Fosfátování- ponoření rozžhaveného předmětu do H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> s rozpuštěnými ionty → odolnost proti korozi

### Sloučeniny železa

- Sulfidy
  - FeS, CoS, NiS- černé nerozpustné látky
  - FeS<sub>2</sub> (pyrit)- výroba SO<sub>2</sub>
- Oxidy
  - FeO-
    - Meziprodukt výroby železa
    - Za normální teploty nestabilní
    - Černý pigment (potravy, tetovací barvy)
  - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (hematit)- červený pigment, výroba granátů a magnetických pásek
- Halogenidy
  - FeCl<sub>3</sub>- silně hygroskopický (ve vlhkosti se roztéká)- leptání plošných spojů, mořidlo, výroba organických barviv
  - CoCl<sub>2</sub>- modrý- indikátor vlhkosti (hydrát je růžový)
- Kyslíkaté soli
  - Zelená skalice (FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O)- výroba inkoustů, napouštění dřeva proti hnilobě a hubení plevelů
  - Mohrova sůl [(NH<sub>4</sub>)Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]- analytická chemie (zdroj iontů železa)
  - Siderit (FeCO<sub>3</sub>)- pokud přes něj protéká voda s CO<sub>2</sub> vzniká hydrogenuhličitan železnatý
    - Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>- zdroj železa v minerálních vodách (→ oxidace = narezavělý zákal)
- Koordinační sloučeniny
  - Žlutá krevní sůl {komplex [Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>4-</sup>}- jedovatá- výroba inkoustů a barev + detekce železitých iontů (sražení na tzv. berlínskou modř)
  - Červená krevní sůl {komplex [Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>}- barvivo textilu + detekce železnatých iontů
  - Pentakarbonyl železa [Fe(CO)<sub>5</sub>]- těkavá jedovatá kapalina- oxidační číslo Fe je 0 → výroba velmi čistého železa teplotním rozkladem

### Ruthenium (Ru), Osmium (Os)

Zbylé prvky 8. skupiny (pod železem)

Velmi drahé a vzácné ušlechtilé kovy

Využití- zvýšení tvrdosti slitin + katalyzátory

---

<sup>1</sup> Ocel s nízkým obsahem uhlíku totiž nelze kalit

### Rhodium (Rh), Iridium (Ir)

Zbylé prvky 9. skupiny (pod kobaltem)

Velmi drahé a vzácné ušlechtilé kovy

- Iridium- chemicky odolnější než platina; nejhustší prvek
- Rhodium- katalyzátor → katalyzátor výfukových plynů

### Palladium (Pd), Platina (Pt)

Zbylé prvky 10. skupiny (pod niklem)

Velmi drahé a vzácné ušlechtilé kovy

Výskyt- ryzí v blízkosti rud niklu a mědi

Využití:

- Katalyzátory organických syntéz a výfukových plynů
- Investiční kovy + šperky
- Odolné chemické náčiní
- *Cisplatin* [ $Cl_2Pt(NH_3)_2$ ]- *kancerostatikum- léčba rakoviny*

---

### Skupina mědi (tzv. mincovní kovy)

Prvek	Z	Elektronegativita
Měď (Cu)- [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	29	1,9
Stříbro (Ag)	47	1,93
Zlato (Au)	79	2,54

Konfigurace valenční vrstvy:  $ns^1(n-1)d^{10}$

Prvky 11. skupiny (I.B)

Výskyt:

- Ryzí (Au nejvíce, Cu nejméně)
- Sloučeniny
  - o Chalkopyrit (CuFeS<sub>2</sub>)
  - o Malachit [CuCO<sub>3</sub>·Cu(OH)<sub>2</sub>]
  - o Argentit (Ag<sub>2</sub>S)- v rudách olova, mědi a zinku

Vlastnosti:

- Ušlechtilé kovy → rozpustné jen v kyselinách s oxidačními účinky (např. HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Měkké s vysokými teplotami tání
- Vyrovnání tepelné i elektricky vodivé (jedny z nejlepších vodičů)
- Oxidační čísla +I až +III (Au až +V) ← sice  $ns^1$ , ale na vazbách se podílí i d-orbitaly

- Stálé (zlato nejstabilnější)
- Měď:
  - o Červená
  - o Na vzduchu pasivuje (zelená vrstva měděnky)
  - o Biogenní prvek (např. hemocyanin měkkýšů)
- Stříbro:
  - o Nejvyšší vodivost
  - o S kyslíkem nereaguje, ale na vzduchu černá (← vzdušný sirovodík)
- Zlato:
  - o Žluté
  - o Nejméně reaktivní- nekoroduje a se vzduchem nereaguje
  - o Výjimka- rozpustné jen v lučavce královské

#### Výroba:

- Měď- pražení chalkopyritu
- Stříbro- oxidace olovených rud se stopami stříbra kyslíkem
- Zlato:
  - o Kyanidový způsob- loužení zlata z drobných podzemních žil kyanidem a následná redukce kyanozlatých komplexů neušlechtilým kovem
  - o Amalgámový způsob- loužení zlata z chudých hornin rtuť
  - o Anodické kaly- odpad při těžbě mědi (také stříbro, platina ad.)

#### Využití:

- Zlato
  - o Klenotnictví (nejčastěji 14 karátové≈59% Au)
  - o Mikroelektronika- ochrana před korozí pozlacováním
  - o Zubní lékařství ← baktericidní vlastnosti
  - o Investiční kov
- Stříbro
  - o Prvek s nejvyšší odrazivostí → zrcadla
  - o Kvalitnější CD/DVD (u levnějších hliník)
  - o Výroba fotografických filmů a papírů
  - o Investiční kov + šperky
  - o Zubní amalgámy
  - o Koloidní stříbro- baktericidní a antistatické účinky → medicína + příměs ve funkčním oblečení
- Měď
  - o Elektrotechnika (např. dráty)
  - o Slitiny- bronz (Cu + Sn), mosaz (Cu + Zn)
  - o Příměs šperkařských slitin

#### Sloučeniny

- Halogenidy stříbrné (AgBr, AgCl, AgI)- fotochemický jev- při ozáření světlem se rozloží na čisté stříbro (→ fotografické filmy)- takový obraz je však nepostřehnutelný (latentní) a je potřeba jej vyvolat redukční vývojkou (→ negativ), poté je odstraněn zbylý AgBr a negativ je poté prosvícen před novým fotografickým filmem (→ pozitiv)



- $Br^- \xrightarrow{\gamma} Br + e^-$
- $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$
- $2Ag + Br_2$
- Oxidy
  - $Cu_2O$ - nerozpustný červený prášek (barvení skla na červeno)
  - $CuO$ - nerozpustný černý prášek (barvení skla na zeleno)
- Soli
  - Modrá skalice ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ )- fungicid a hubení škůdců rostlin, moření osiva + galvanické poměďování
  - Lápis ( $AgNO_3$ )- vypalování bradavic; silné antiseptické účinky; výroba výbušnin; důkaz nukleových kyselin či proteinů

### Skupina zinku

Prvek	Z	Elektronegativita
Zinek (Zn)- $[Ar]3d^{10}4s^2$	30	1,65
Kadmium (Cd)	48	1,69
Rtuť (Hg)	80	2

Konfigurace valenční vrstvy:  $ns^2(n-1)d^{10}$

Prvky 12. skupiny (II.B)

### Zinek (Zn), Kadmium (Cd)

Výskyt:

- Zinek- sfalerit ( $ZnS$ ) + biogenní prvek (některé enzymy)
- Kadmium- rudy zinku

Vlastnosti:

- Nízká teplotou tání (klesá se Z)
- Nejvýše oxidační číslo +II
- Neušlechtilé kovy
- Pasivují na vzduchu
- Zinek- za normální teploty křehký (tažný/kujný je až přes  $100^\circ C$ )
- Kadmium Sloučeniny jsou prudce jedovaté (nahrazuje zinek v enzymech → selhání ledvin)

Výroba:

- Zinek- elektrolýza/pražení sfaleritu a redukce vzniklého  $ZnO$  koksem
  - Ze vzniklého  $SO_2$  se vyrábí  $H_2SO_4$
- Kadmium- elektrolýza

Využití:

- Zinek:

- Slitiny (mosaz)
- Pozinkování (proti korozi)
- Redukční činidlo
- Kadmium
  - Pokovování (proti korozi aut, letadel, strojů)
  - Absorpce neutronů (regulační tyče reaktorů)
  - Akumulátory (Ni-Cd aku.)

### Rtuť (Hg)

Patří do skupiny zinku, ale v mnoha ohledech se liší

Vlastnosti:

- Ušlechtilý kov (→ na rozdíl od Zn a Cd reaguje pouze s oxidujícími kyselinami)
- Za normální teploty stříbrolesklá kapalina ( $T_f = -39^\circ\text{C}$ )
- Neoxiduje na vzduchu
- Odolává působení silných hydroxidů (na rozdíl od zinku)
- Ochetně se slučuje s halogeny či sírou
- Páry a rozpustné sloučeniny jsou prudce jedovaté
  - Těžba zlata / moření obilí → řeky → rtuť se kumuluje se zvl. v tuku ryb- čím větší/dravější ryba, tím více rtuti → po konzumaci může dojít otravě

Výskyt- ryzí / rumělka ( $\text{HgS}$ )

Výroba- pražení rumělky / redukce rumělky železem

Využití:

- Elektrody- výroba chloru (tzv. alkalická metoda), NaOH (tzv. amalgámová metoda- viz S-prvky) a elektrolýza solanky
- Amalgámy:
  - Těžba zlata a stříbra
  - Výplně zubů
  - Výroba NaOH
  - Postříbřování/pozlacování
- Léčiva
- Měřicí přístroje (teploměry, barometry, polarografy)
- Rtuťové zářivky

### Sloučeniny

Nejsou barevné (← zcela zaplněné d-orbitaly)

- Sulfidy
  - Sfalerit ( $\text{ZnS}$ )- bílý- výroba barev
  - Kadmiová žluť ( $\text{CdS}$ )- žlutý- malířská barva
  - Rumělka ( $\text{HgS}$ )- primární ruda rtuti
- Halogenidy

- $\text{ZnCl}_2$ - dobře rozpustný ve vodě za silné exotermické reakce- kouřové granáty; detekce otisků prstů
  - Kalomel ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ )- výroba elektrod; projímadlo
  - $\text{HgCl}_2$ - prudký jed( $\text{LD}_{50}$  srovnatelná s solemi arsenu)
- Zinková běloba ( $\text{ZnO}$ )- vzniká hořením zinku- bílý pigment
- $\text{Zn}(\text{OH})_2$ - amfoterní
- Bílá skalice ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )- galvanické pozinkování + výroba dalších sloučenin zinku
- Amalgámy (kov + Hg)
  - Tvoří: Au, Ag, Cu, Na, K, Sn, Pb, Cd
  - Netvoří: Mn, Fe, Co, Ni
  - Většina amalgámů je za normálních podmínek měkká/kašovitá