

## Všeobecná charakteristika d prvkov

**Elektrónová konfigurácia**  $ns^{0-2} (n-1)d^{1-10}$ , kde n je hlavné kvantové číslo, teda číslo periódy, v ktorej sa daný d prvok nachádza. Nadobúda hodnoty 4 až 7.

Napríklad:

${}_{29}\text{Cu}$ :  $4s^1 3d^{10}$  - výnimka v 4s orbitáli je jeden elektrón

${}_{30}\text{Zn}$ :  $4s^2 3d^{10}$

${}_{24}\text{Cr}$ :  $4s^1 3d^5$  - výnimka v 4s orbitáli je jeden elektrón

### Charakteristické vlastnosti d prvkov

D-prvky sa v PSP nachádzajú v I.B. – VIII.B skupine, medzi s a p prvkami. Nachádzajú sa v 4. až 6. perióde. Všetky d prvky sú kovy. Podľa výskytu rozlišujeme:

D prvky sú kovy, pevné – okrem kvapalnej ortuti Hg. Na kovovej väzbe sa podieľajú elektróny d orbitálov, majú vysokú hustotu, vysokú teplotu topenia a teplotu varu, sú tvrdé a vzájomne tvoria zliatiny.

Sú dobrými elektrickými a tepelnými vodičmi. Sú kujné a ťažné. Lesklé, nepriehľadné. Atómové polomery d prvkov sú menšie ako u s prvkov tej istej periódy. Majú nízku elektronegativitu. Majú väčšinou kladné oxidačné čísla = +I až +VIII. Často tvoria koordinačné zlúčeniny.

D-prvky majú veľmi blízke energie hladín orbitálov na valenčnej vrstve, čo umožňuje ľahký prechod elektrónov medzi hladinami. Ióny a zlúčeniny d prvkov sú farebné. Farebnosť je spôsobená tým, že pohltitím svetla prechádzajú elektróny z d orbitálov do susedných. Atóm prijme energiu zo slnka (svetlo), niektoré farby pohltí (preto tá farebnosť) a elektrón preskočí na vyššiu hladinu; následne zase preskočí nižšie, aby sa stabilizoval a atóm prebytočnú energiu vyžiari. Výnimku tvoria  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ , ktoré sú bezfarebné (majú úplne zaplnené d orbitály) a tiež aj  $\text{Sc}^{3+}$ , ktorý d orbitály nemá zaplnené.

Zn, Cd, Hg sú koncové členy prechodových sérii

- majú úplne zaplnené d- a s-orbitály
- majú odlišné vlastnosti ako ostatné d-prvky kvôli ich konfigurácii
- ich elektróny sa málo podieľajú na kovovej väzbe
- sú mäkké, majú nízku teplotu topenia, Hg má teplotu topenia  $-38,9^\circ\text{C}$ .

### Farebnosť iónov:

$\text{V}^{2+}$  - fialový     $\text{V}^{3+}$  - zelený

$\text{Cr}^{2+}$  - modrý     $\text{Cr}^{3+}$  - zelený     $\text{Cr}^{4+}$  - oranžový

$\text{Mg}^{2+}$  - ružový     $\text{Mg}^{3+}$  - červenohnedý     $\text{Mg}^{7+}$  - fialový

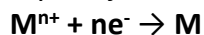
$\text{Fe}^{2+}$  - zelený

$\text{Cu}^{2+}$  - modrý

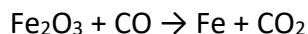
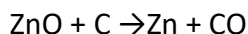
# Výroba

## 1. Redukcia

Vyrábajú sa redukčným spôsobom z oxidov kovov. Redukovadlami sú C, Co, Mg, Al, H<sub>2</sub>



Napríklad:

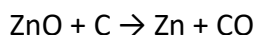
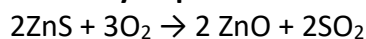


## 2. Elektrolýza

Pripravujú sa elektrolýzou vodného roztoku alebo taveniny. Najviac sa vyrába Zn, Cu, Ni, Cr.

- katióny kovov sa vylučujú na katóde, zvyšné anióny na anóde

## 3. Sulfidy sa pražením menia na oxidy a z nich sa redukciami pripravuje príslušný kov



## Využitie

Najviac sa z d prvkov využíva železo Fe, pridaním Ni, Co, Cr, Mo sa získavajú špeciálne ocele.

Cu – využíva sa v elektrotechnike.

Cu, Ag – na výrobu mincí

Pt, Pa – ako katalyzátory

Au, Pt – v klenotníctve

Ti – ľahký odolný kov voči korózii, pevný

## Vlastnosti zlúčenín d prvkov

Atómy väčšiny prechodných prvkov majú v zlúčeninách rozličné oxidačné čísla.

Najväčšie oxidačné čísla majú atómy prvkov v zlúčeninách s F a O<sub>2</sub>, najnižšie oxidačné čísla majú atómy d prvkov v zlúčeninách s atómom s menšou elektronegativitou. S rastúcim oxidačným číslom atómu kovu rastie kovalentná povaha väzby a s rastúcim oxidačným číslom atómu kovu sa v kyslíkatých zlúčeninách zosilňujú kyselinotvorné vlastnosti a zoslabujú sa zásadotvorné vlastnosti. Napríklad: Mn<sup>II</sup>(OH)<sub>2</sub> – zásadotvorný s nízkym oxidačným číslom a HMn<sup>VIII</sup>O<sub>4</sub> – kyselinotvorný s vysokým oxidačným číslom.

Závislosť acidobázických vlastností zlúčenín prechodných kovov od oxidačného čísla príslušného kovu M je nasledujúca:

Oxidačné číslo prechodného kovu	Charakter kyslíkatých zlúčenín
M <sup>II</sup>	Málo zásadité
M <sup>III</sup> M <sup>IV</sup>	Amfotérne
M <sup>VI</sup>	Slabo kyslé
M <sup>VII</sup>	Silno kyslé

## Prvky skupiny železa – triáda železa

Prvok	Chemická značka	Protónové číslo Z	Elektrónová konfigurácia	Elektronegativita prvku
Železo	Fe	26	[Ar] 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	1,6
Kobalt	Co	27	[Ar] 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	1,7
Nikel	Ni	28	[Ar] 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	1,7

Triádu železa tvoria prvky 4. periódy a 8., 9., 10. (VIII B) skupiny, patria medzi neušľachtilé kovy

Železo – Fe lat. Ferrum

Nikel – Ni lat. Niccolum

Kobalt – Co lat. Cobaltum

### Výskyt

#### Železo:

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** – hematit (krveľ)

**Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>** – magnetit (magnetovec)

**FeCO<sub>3</sub>** – siderit,

**FeS<sub>2</sub>** - pyrit

**Kobalt – CoAsS** – kobaltín

**Nikel** – sulfidové rudy, meteority

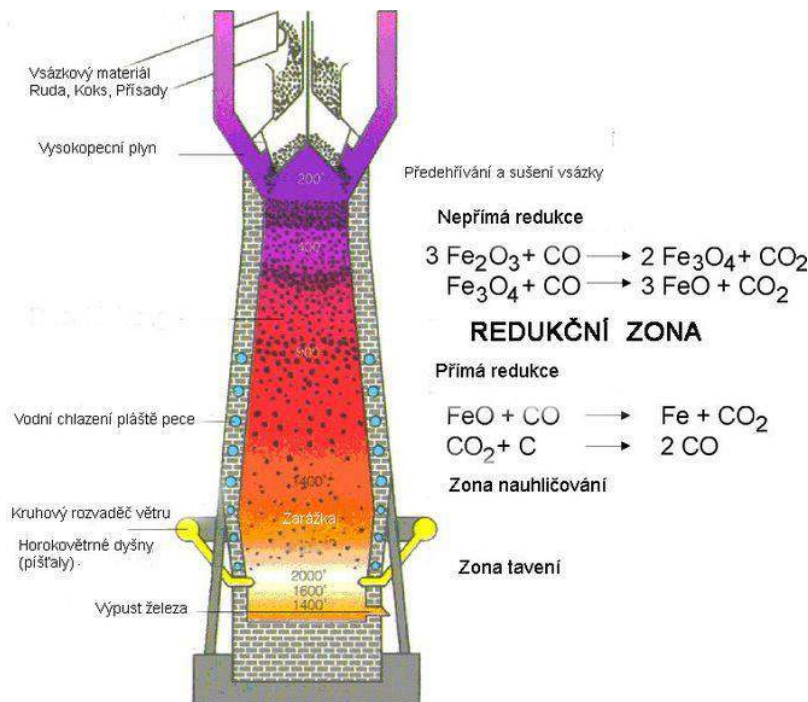
### Použitie

Fe – zložka ocele, konštrukčný materiál, súčasť strojov

Co – pri výrobe ocele, ako katalyzátor

Ni – súčasť zliatin, používa sa na galvanické pokovovanie proti korózii, ako katalyzátor.

## Výroba ocele a železa

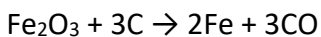


Železo sa získava ťažbou z minerálov a ich spracovaním vo vysokej peci. Vyrába sa priamou redukciovou svojich kyslíkatých rúd.

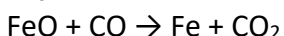
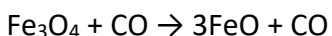
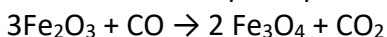
Vysoká pec sa zhora plní rudou, koksom a vápencom – troskotvorná prísada (ak je ruda kyslá, tak zásaditý vápenec, ak je zásaditá, tak kyslý kremenný piesok). Do spodnej časti pece sa vháňa horúci vzduch, ktorý sa redukuje koksom na CO. Koks a CO redukuje z rudy surové železo, ktoré sa taví a hromadí v spodnej časti vysokej pece. Roztavená troska je ochrana železa pred spätnou oxidáciou.

Vo vysokej peci prebieha:

Priama redukcia uhlíkom (ktorý sa tam nachádza vo forme koksu ako paliva)



- Nepriama redukcia oxidom uhoľnatým. Oxid uhoľnatý vzniká pri spaľovaní koksu za nedostatočného prístupu vzduchu.



Oxid uhličitý  $\text{CO}_2$  sa koksom redukuje späť na CO. Železo a troska sa vypúšťajú v kanáloch na spodku pece. Surové železo obsahuje uhlík a je tvrdé, nie je kujné, krehké. Jeho skujňovaním sa vyrába oceľ.

## Výroba ocele

Po tom ako železo zbavíme všetkých nečistôt a škodlivých uhlíkových prímiesí sa skujňovaním železa vyrobí oceľ. **Kalením** – vzniká takzvaná kalená oceľ – je tvrdá a krehká. **Popúšťaním** – odstraňuje sa krehkosť, tvrdosť ocele je uchovaná.

## Druhy ocele

1. **Nerezová oceľ** – Fe (80,6%), Cr (18%), C (0,4%), Ni (1%) – používa sa v potravinárstve, pri výrobe chirurgických nástrojov
2. **Vanádová oceľ** – Fe (98%), V (1%), C (1%) – využíva sa v automobilovom priemysle
3. **Pružinová oceľ** – Fe (98,6%), Cr (1%), C (0,4%) – na výrobu pružín, žiletiek, v klenotníctve.

## Železo

- patrí ku kovom triády železa (Fe, Ni, Co)
- tvrdý čiernosivý kov, v čistom stave je striebriebiele a mäkké
- je to 4. najrozšírenejší prvok zemskej kôry, je ho v nej 5, 1%
- spolu s niklom tvorí jadro Zeme
- je to neušľachtilý (rozpúšťa sa v kyselinách za vzniku vodíka) a feromagnetický kov – to znamená, že zosilňuje magnetické pole
- pri styku s vlhkým vzduchom koroduje – rozpúšťa sa vo vode za uvoľnenia vodíka:  
 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  – hrdza (hydratovaný oxid železitý)
- proti korózii sa železo chráni galvanizáciou, napr. poniklovaním, pozinkovaním
  - Železo sa vyskytuje s oxidačným stupňom +II alebo +III
  - Väzby sú najčastejšie kovalentné
  - Železo sa rozpúšťa v zriedených kyselinách, napríklad v kyseline sírovej, v kyseline dusičnej

## Zlúčeniny železa, niklu a kobaltu

**Fe(OH)<sub>3</sub>** – hnedá zrazenina, ktorá vzniká na vzduchu z **Fe(OH)<sub>2</sub>** - to je biela zrazenina.

**Co(OH)<sub>2</sub>** – modrá zrazenina, **Ni(OH)<sub>2</sub>** – svetlozelená zrazenina.

**FeCl<sub>3</sub>** – tvoria ho hnedožlté kryštáliky, používa sa na zastavenie krvácania.

**FeS, CoS, NiS** – čierne zrazeniny, nerozpustné vo vode.

**FeS<sub>2</sub>** – disulfid železa – pyrit – používa sa na výrobu oxidu siričitého.

**FeO** – čierna práškovitá látka, **Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** – červená látka, ktorá sa používa ako pigment.

**Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>** – podvojný oxid železnato-železitý

**CoO** – olivovozelená látka, **NiO** – zelená látka, ktorá sa používa na farbenie skla.

**FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O** – zelená skalica, používa sa na výrobu pigmentov.

**K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]** – žltá krvná soľ. Je jedovatá. Používa sa pri výrobe cementu a výbušnín, pri výrobe farbív.

**K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>2</sub>]** – červená krvná soľ – jedovatá. Používa sa na výrobu farbív, v analytickej chémii.

- Železo je súčasťou hemoglobínu.

## Prvky skupiny medi

Prvok	Chemická značka prvku	Protónové číslo Z	Elektrónová konfigurácia	Elektronegativita prvku
Meď	Cu	29	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4 s <sup>1</sup>	1,7
Striebro	Ag	47	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>	1,4
Zlato	Au	79	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup>	1,4

Prvky jedenástej skupiny (I.B), tieto kovy patria medzi ušľachtilé kovy.

Meď – Cu lat. Cuprum

Striebro – Ag lat. Argentum

Zlato – Au lat. Aurum

### Výskyt

V zemskej kôre sa nachádzajú ako rýdze

V zlúčeninách: chalkopyrit **CuFeS**, kuprit **Cu<sub>2</sub>O**, argentit **Ag<sub>2</sub>S**, sylvanit (telurid zlata a striebra)

### Vlastnosti a reakcie prvkov skupiny medi:

Sú ťažné, kujné, vysoko tepelné aj elektricky vodivé

Meď má sfarbenie do červena, striebro do biela, zlato do žltá

Oxidačné čísla majú I, II,III zlato až V

Sú pomerne stále

Reaktivita klesá so stúpajúcim protónovým číslom Z

Rozpustné v roztokoch látok so silnými oxidačnými účinkami, zlato iba v lúčavke kráľovskej

### Lúčavka kráľovská je zmes HNO<sub>3</sub> a HCl v pomere 1:3

Meď sa na vzduchu pokrýva tenkou vrstvičkou zelenej medenky, je súčasťou enzýmov, patrí medzi stopové biogénne prvky.

### Výroba

**Cu** – pražením chalkopyritu, čistenie prebieha elektrolyticky

**Ag** – získava sa z rúd odlučovaním – vŕhňaním kyslíka do taveniny

**Au** – kyanidovým spôsobom – ide o redukciu neušľachtilým kovom z kyanozlatných komplexov.

### Použitie

**Au** – klenotníctvo, 100% zlato má 24 karátov, pozlacovanie, zubné lekárstvo, krytie meny

**Ag** – výroba fotografických materiálov, šperkov, v elektrotechnike, v medicíne – koloidné striebro má baktericídne účinky.

**Cu** – v elektrotechnike, výroba katalyzátorov, zliatin – bronz (90% Cu + 10% Sn), mosadz (70% Cu + 30% Zn)

### Zlúčeniny

**Cu<sub>2</sub>S** – sulfid meďný – vzniká priamou redukciou prvkov,

**CuS** – sulfid meďnatý – má čiernu farbu, vo vode sa nerozpúšťa

**Ag<sub>2</sub>S** – čierny, je to produkt reakcie Ag s H<sub>2</sub>S.

**AgBr** – bromid strieborný - bledožltá látka citlivá na svetlo, čo sa využíva pri procese fotografovania.

**Cu<sub>2</sub>O** – oxid meďný – červený prášok, nerozpustný vo vode, používa sa na farbenie skla – do červena.

**CuO** – oxid meďnatý – čierna farba, nerozpustný vo vode, sklo odfarbuje do zelena

**Ag<sub>2</sub>O** – oxid strieborný – hnedá farba, vo vode nerozpustný, zásaditý.

**CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O** – Modrá skalica – pripravuje sa reakciou Cu s H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Používa sa na ničenie plesní a galvanické pokovovanie. Po vyžíhaní a vyparení vody sa z nej stáva biela látka, ktorá je hygroskopická.

**AgNO<sub>3</sub>** Lapis – bezfarebná látka, vo vode dobre rozpustná, používa sa pri výrobe zlúčenín Ag a pri liečbe kožných chorôb.

## Prvky skupiny zinku

Chemický prvok	Značka prvku	Protónové číslo Z	Elektrónová konfigurácia	Elektronegativita
Zinok	Zn	30	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>	1,7
Kadmium	Cd	48	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>	1,5
Ortuť	Hg	80	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>	1,4

Prvky skupiny zinku sa nachádzajú v II.B skupine, patria medzi prechodné prvky (d-prvky).

**Neušľachtilé kovy** – zinok (lat. zincum) a kadmium (lat. cadmium)

**Ušľachtilé kovy** – ortuť (lat. hydrargyrum)

Ortuť sa rozpúšťa iba v oxidujúcich kyselinách. Zinok a kadmium reagujú s neoxidujúcimi kyselinami za vývoja vodíka.

### Výskyt

Zinok sa v prírode vyskytuje vo forme kremičitanov alebo sulfidov, napríklad: ZnS – sfalerit.

Kadmium sa nachádza v rudách spolu so zinkom. Ortuť sa v prírode zriedkavo vyskytuje rýdza.

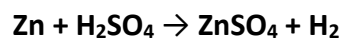
### Vlastnosti a chemické reakcie

Prvky skupiny zinku sú striebrolesklé kovy, ktoré majú nízku teplotu topenia. Zinok je pri normálnych podmienkach krehký, pri teplote 100 -150°C sa stáva kujným a ťažným. Na vzduchu oxiduje a pokrýva sa tenkou vrstvou oxidov.

**Kadmium** je mäkkší kov a ťažnejší ako zinok, jeho zlúčeniny sú prudko jedovaté a podobne ako zinok na vzduchu oxiduje a pokrýva sa tenkou vrstvou oxidov.

**Ortuť** je pri normálnych podmienkach kvapalná látka, ktorej pary sú jedovaté. Je odolná voči vzdušnému kyslíku. Charakteristickým oxidačným číslom prvkov skupiny zinku je II, pri ortuti je to aj oxidačný stupeň I.

**Zinok** je neušľachtilý kov. V neoxidujúcich kyselinách alebo v zriedených roztokoch oxidujúcich kyselín sa rozpúšťa za vzniku vodíka:



V koncentrovaných roztokoch oxidujúcich kyselín prebieha jeho rozpúšťanie bez vzniku vodíka.



Zinok a kadmium tvoria okrem iného aj koordinačné zlúčeniny, pričom koordinačné zlúčeniny kadmia sú stabilnejšie.

### Výroba

Zinok vyrábame pražením sfaleritu. Najprv takto získame ZnO, ktorý redukuje uhlíkom na zinok. Zinok môžeme vyrobiť aj elektrolýzou. Podobne aj kadmium vyrábame elektrolýzou a ortuť z rumelky (HgS) pražením alebo reakciou so železom.

### Použitie

**Zinok** sa používa predovšetkým na výrobu zliatin (mosadz), na pokovovanie a ako redukčné činidlo.

**Kadmium**, podobne ako zinok na pokovovanie (chráni pred koróziou – autá, lietadlá a stroje) alebo pri výrobe akumulátorov.



**Ortuť** sa využíva ako náplň do teplomerov, na výrobu ortuťových lúčných katód, na prípravu liečiv a na prípravu amalgámov. (Amalgámy sú zliatiny ortuti a iného kovu, napríklad Ag – striebra, Au – zlata, Cu - medi).

### **Zlúčeniny prvkov skupiny zinku**

Prvky skupiny zinku tvoria viaceré zlúčeniny, napríklad sulfidy, halogenidy, oxidy, hydroxidy alebo soli.

**ZnS** – sulfid zinočnatý, amorfná látka bielej farby, ktorá sa používa na výrobu farieb. Je vo vode nerozpustný.

**CdS** (Kadmiová žltá) - je to prášok žltej farby, ktorý sa dobre rozpúšťa vo vode. Používa sa ako maliarska farba.

**HgS** (Rumelka) – dôležitá ortuťnatá ruda.

**ZnCl<sub>2</sub>** – chlorid zinočnatý, prášok bielej farby, zrnitý. Rozpúšťa sa vo vode, vodný roztok je kyslý. Je tiež významný katalyzátor (výroba metanolu),

**ZnF<sub>2</sub>** – fluorid zinočnatý, je vo vode nerozpustný.

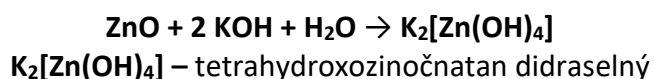
**Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>** – (Kalomel) – využíva sa v oblasti medicíny na výrobu laxatív a na výrobu elektród.

**HgCl<sub>2</sub>** – prudko jedovatá látka

**ZnO** – biela kryštalická látka, používa sa ako farbivo – zinková bieloba. Biely oxid zinočnatý vzniká spaľovaním zinku alebo dehydratáciou bieleho Zn(OH)<sub>2</sub>. ZnO je amfotérna látka. Používa sa vo farmaceutickom priemysle, pri výrobe mliečného skla, špeciálneho papiera, v kozmetike a ako biely pigment.

**Zn(OH)<sub>2</sub>** – hydroxid zinočnatý - biela amfotérna zrazenina.

ZnO a Zn(OH)<sub>2</sub> sa rozpúšťajú v kyselinách na soli zinočnaté, v roztokoch hydroxidov alkalických kovov vytvárajú tetrahydrozinočnatany.



Väčšina zinočnatých solí je vo vode rozpustná.

**ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O** – takzvaná biela skalica. Je to kryštalická látka. Používa sa na prípravu zlúčenín zinku.

**Korózia** je samovoľné, postupné rozrušenie (poškodzovanie, znehodnocovanie) kovov alebo nekovových organických alebo anorganických materiálov (napr. horniny či plastu) vplyvom chemickej, elektrochemickej či biochemickej reakcie s okolitým prostredím. V užšom zmysle sa korózia týka len kovových materiálov. Najznámejšia forma korózie je hrdzavenie.

Korózia môže prebiehať v atmosfére alebo iných plynch, vo vode a iných kvapalinách, zeminách a rôznych chemických látkach, ktoré sú s materiálom v styku. Toto rozrušovanie sa môže prejavovať rozlične, od zmeny vzhľadu až po úplný rozpad celistvosti. Výsledkom korózie je úbytok materiálu, čo má za následok zníženie pevnosti danej súčiastky a zhoršenie jej vlastností.

**Amalgám** je zliatina ortuti s iným kovom. Často sa používa v zubnom lekárstve. Je najlepšie prevereným a osvedčeným definitívnym výplňovým materiálom. V zubnom lekárstve sa používa už viac ako 150 rokov.