# Milan Haminger, BiGy Brno 2024© – **ŘEŠENÍ** – d-prvky - přechodné prvky

# **Přechodné prvky – d-prvky**

* **ukaž v periodické soustavě prvků, kde leží *d*-prvky (ve kterých periodách, kolik *d*-prvků leží v každé periodě, vysvětli dělení *d*-prvků do B skupin)**

**d-prvky** jsou umístěny v periodické tabulce **mezi s-** a **p-prvky**

**d – prvky** neboli **přechodné prvky** se nacházejí ve střední části periodické tabulky ve skupinách **III. B** až **VIII. B**, dále v **I. B** a **II. B** ( tedy ve 3. až 12. skupině).

Jedná se tzv. **vedlejší skupiny B prvků**.

Přechodné prvky se nachází **od 4. periody** počínaje, a pak v každé další periodě (tedy 4 až 7). V každé z těchto period je vždy po **10 d- prvků**.

7. periodu tvoří pouze uměle připravené d-prvky.

4. perioda prvků začíná obsazením orbitalu 4s a pak následuje dle výstavbového principu poprvé obsazení orbitalu **3d**. Analogická situace je v následujících periodách. Orbitaly **d** jsou **5x** degenerované, tedy mohou být obsazeny až **10** elektrony - proto je **10** **d**-prvků v každé periodě počínaje čtvrtou.

**Valenční elektrony mají d-prvky v orbitalech ns** a **(n-1)d**, jejich elektronová konfigurace ve valenční vrstvě je tedy **ns2 (n -1)d 1-10**, kde n = 4 až 7.

Existují vyjímky v konfiguraci, to později.

Elektrony v orbitalech **ns** a **(n-1)d mají přibližně stejnou energii**, proto mají **d – prvky více oxidačních čísel**, která se mohou lišit o jednotku (např. **Fe** má oxidační číslo II, III, **Mn** – II, III, IV, VI, VII ).

* **ve kterých orbitalech leží valenční elektrony *d*-prvků a jaký je jejich počet?**

**valenční elektrony d-prvků leží v orbitalech ns** a **(n-1)d** !!

typický **počet** valenčních elektronů je **1 až 10**(12).

* **zapiš elektronovou konfiguraci atomu** $Fe$**,** $Cr$**,** $Cu$ **+ urči počet valenčních e-**

**21Sc -** [18Ar] 4s**2**3d**1 počet valenčních elektronů**: **3**

**27Co -** [18Ar] 4s**2**3d**7 počet valenčních elektronů**: **9**

**26Fe** – [18Ar] 4s**2**3d**6** **počet valenčních elektronů**: **8**

**25Mn -**[18Ar] 4s**2** 3d**5 počet valenčních elektronů: 7**

**30Zn -** [18Ar] 4s**2** 3d**10  počet valenčních elektronů: 2**(12)

**24Cr –** [18Ar] **4s1 3d5** **počet valenčních elektronů: 6** podobně Mo

**29Cu –** [18Ar] **4s13d10**  **počet valenčních elektronů: 1**(11) podobně Ag, Au

Většinou se prvky **I.B skupiny** chovají jako kovy s **1 valenčním elektronem** (**ns1**), což odpovídá jejich dominantnímu oxidačnímu stavu **+I**.

Elektrony z **d-**orbitalu se však mohou účastnit chemických reakcí v komplexních sloučeninách nebo při vyšších oxidačních stavech (např. +II u Cu, +III u Au).

Prvky **II.B skupiny** se chovají jako kovy se **2 valenčními elektrony** (**ns2**).

Elektrony ve zcela zaplněných **(n−1)d** orbitalech vytváří stabilní uspořádání a obvykle se nepovažují za valenční, protože se běžně neúčastní chemických vazeb.

Prvky II.B skupiny obvykle vykazují oxidační stav **+II**, což odpovídá ztrátě dvou **ns-**elektronů.

* **čím je způsobena nepravidelnost v obsazování orbitalů u** $Cr$**,** $Cu$

**(u jakých prvků je to podobné, z jakých skupin?)**

**Nepravidelnost elektronové konfigurace** je způsobena **větší stabilitou** **zcela** nebo **zpola**=napůl obsazených orbitalů (**d**).

U prvků 6.(VI.B) a 11.(I.B) skupiny dochází k přeskoku jednoho elektronu z orbitalu **ns** do orbitalu **(n-1)d**, tím vzniká konfigurace se zpola nebo zcela zaplněným **d**-orbitalem, která **je energeticky výhodnější.**

24Cr : [18Ar] **3d5 4s1** , nikoliv [Ar] 3d4 4s2. u prvků VI.B skupiny **Cr, Mo**

29Cu: [18Ar] **3d10 4s1** , nikoliv [Ar] 3d9 4s2. u prvků I.B skupiny **Cu, Ag, Au**

* **jaká je typická charakteristika *d*-prvků?**

**obecné fyzikální vlastnosti a oxidační stavy, atomový poloměr, hustota, teplota tání a varu, vodivost, tvrdost, křehkost) – porovnat s  *s*-prvky**

Typická charakteristika **d**-prvků je **neúplně zaplněné d-orbitaly**,prvky **I.B** a **II.B** skupiny **nejsou typické d-prvky** (mají úplně zaplněné **d**-orbitaly – a tím i atypické vlastnosti ! )

Všechny **d-prvky jsou kovy-tvoří kovové krystaly** s**kovovou vazbou**.

Mají **typické kovové vlastnosti** - tep. a elektrická vodivost, tažnost, kujnost, kovový lesk.

Kovová vazba vzniká mezi atomy kovu v pevném stavu a je způsobena elektrostatickou přitažlivostí kationtů kovů a volně se pohybujících valenčních elektronů=**elektronový plyn**.

K**ovová vazba** je typ **delokalizované vazby**, což znamená, že valenční elektrony nejsou lokalizovány mezi dvěma konkrétními atomy, ale jsou **sdíleny všemi atomy** v kovové mřížce. Tyto elektrony tvoří **"elektronový plyn"** nebo **"elektronový mrak"**, který se volně pohybuje mezi kladně nabitými kovovými ionty. Jedná se o takový **"**elektronový komunismus**", všechny delokalizované elektrony patří všem kationtům kovu.**

Pevnost kovové vazby závisí na velikosti atomových poloměru a počtu valenčních elektronů. **Atomové poloměry d-prvků** jsou **menší** než u **s-prvků** a současně **d-prvky** mají také **větší počet valenčních elektronů —** to způsobuje **pevnější kovovou vazbu** u **d-prvků** než u **s-prvků**.

**Na kovové vazbě d-prvků se podílejí elektrony d-orbitalů** – proto mají **d-prvky** **velké** hodnoty **hustoty**(**kov s nejvyšší hustotou** je **Os),** **vysoké teploty tání**(**kov s nejvyšší teplotou tání** je **W)**, **vyšší pevnost a tvrdost** v porovnání s **s**-prvky(nejtvrdší kov periodické soustavy je **Cr**, který má podle Mohsovy stupnice tvrdost 8,5 a W s tvrdostí 7,5), výjimkou jsou prvky skupiny zinku a mědi (zde jsou **d**-orbitaly zaplněny zcela elektrony a na kovové vazbě se proto podílí málo nebo vůbec).

Prvky II.B skupiny – poměrně měkké kovy s nízkou teplotou tání (**Hg** - jediný kapalný kov).

**d-prvky** jsou také **výbornými vodiči el. proudu** i **tepla** narozdíl od **s**-prvků, mají totiž více valenčních elektronů.

Delokalizované elektrony umožňují snadný přenos elektrického proudu, což dělá kovy výbornými vodiči.

Volné elektrony mohou snadno přenášet kinetickou energii mezi částmi kovu(přenos vibrací kationtů), což vede k vysoké tepelné vodivosti kovů.

(**Ag** - nejlepší vodič elektřiny a tepla mezi všemi kovy, pořadí dalších nejlepších vodičů elektřiny **Cu**, **Au**, Al.. )

Pokud ale hledáme optimální kov pro běžné použití, **měď** je většinou **nejlepší volbou** díky dobré rovnováze mezi elektrickou vodivostí, cenou a dostupností.

**Atomy kovu** **se mohou posouvat v kovových krystalech kolem sebe bez jejich trvalého oddělení** díky elektronovému plynu – což způsobuje typickou **tažnost, kujnost kovů**.

Delokalizované elektrony které se volně pohybují kolem kationtů kovu působí jako lepidlo, které drží krystalovou mřížku kovu pohromadě.

Obecně **nejsou kovy křehké** narozdíl od iontových sloučenin !

**Nejtažnější kov** je **Au. ( 1g Au se dá vytáhnout až na 165 m )**

Přítomnost volných delokalizovaných elektronů, které snadno absorbují a téměř okamžitě emitují=vyzáří dopadající světlo umožňuje u kovů – **kovový lesk**.

Hladký povrch zvyšuje intenzitu odrazu světla.

Kov s **nejvyšším kovovým leskem** je **Ag**. Stříbro má velmi vysokou odrazivost, což znamená, že odráží světlo velmi efektivně, čímž vytváří silný kovový lesk. Je to jeden z důvodů, proč je stříbro často používané **ve šperkařství** a jako materiál pro **výrobu zrcadel**.

Valenční e- **d**-prvků **mají** přibližně **stejnou energii**, tyto elektrony se mohou podílet na vazbách - proto mají d-prvky **větší počet ox. čísel**

(většinou to platí pro prvky ze středu PSP - Cr, **Mn**, Ru, Os)

S rostoucím ox.č. **d**-prvku roste kovalentní charakter vazby.

Sloučeniny **d**-prvků **s nižším oxidačním číslem** mají více **iontový charakter** (např. FeO, MnO..).

Naopak sloučeniny **s vysokým oxidačním číslem** mají **kovalentní charakter**, například oxidy jako CrO₃, Mn₂O₇ ..

**Ionty a sloučeniny d-prvků** jsou většinou **barevné, tvoří** často **sloučeniny s koordinační vazbou.**

* **v jaké podobě se přechodné prvky vyskytují v zemské kůře?**

Přechodné prvky se v zemské kůře vyskytují převážně **ve formě sloučenin**, protože jsou reaktivní a málokdy se nacházejí jako čisté - ryzi kovy.

Nejčastěji se vyskytují **v podobě rud** ze kterých se kov vyredukuje vhodným redukčním činidlem. (**C**, CO, **Al**-aluminotermie, Mg)

Hlavně **oxidy**: např. železo se nachází jako hematit=krevel (Fe₂O₃) nebo

 magnetit=magnetovec(Fe₃O₄)..

 **sulfidy**: zinek jako sfalerit (ZnS), olovo jako galenit (PbS)..

 v **ryzí-čisté** podobě (především **Au**, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt.. ), méně často Ag, Cu, Hg

* **ukaž, kde leží I. B, II. B, VIII. B. (pojmenuj triády), kterým prvkům říkáme prvky vzácných zemin? ukaž v PSP**

I.B – skupina mědi – Cu, Ag, Au

II.B – skupina zinku – Zn, Cd, Hg

VIII.B – triáda železa – Fe, Co, Ni

triáda lehkých platinových kovů – Ru, Rh, Pd

triáda těžkých platinových kovů – Os, Ir, Pt

**Prvky vzácných zemin** nebo kovy vzácných zemin je skupina prvků, kterou tvoří **skandium**, **yttrium** a všechny **lanthanoidy**.

Všechny lantahanoidy se svými chemickými i fyzikálními vlastnostmi zcela podobají [lanthanu](http://www.prvky.com/57.html).

Proto se **La** řadí mezi lanhanoidy, i když patří z pohledu konfigurace mezi d-prvky.

Všechny lanthanoidy mají navzájem podobné chemické vlastnosti: jsou to měkké kovy s výbornými magnetickými vlastnostmi.

Využití mají především **v metalurgii** – výroba vysoce legovaných ocelí.

Nejsou ve skutečnosti příliš vzácné, ale **jejich výskyt je rozptýlený** **v nízkých koncentracích**, což činí jejich těžbu a zpracování náročným.

**Lanthanoidy**(**14** prvků **za La** až po Lu **+** samotný **La)** a **aktinoidy**(**14** prvků **za Ac** až po Lr **+** samotné **Ac) nazýváme vnitřně přechodné prvky, f-prvky**.

Jedná se o prvky, jejichž elektrony postupně zaplňují **f-orbitaly.**

**Lanthan** (57La) ale **nemá** elektronovou konfiguraci valenční vrstvy 6s24f1, protože 4f orbital není u lanthanu energeticky výhodnější než 5d orbital.

**Elektronová konfigurace lanthanu** je tedy: 57La: (54Xe) **6s25d1**.

(všechny konfigurace f-prvků pouze pro zajímavost)

U lanthanu je 5d-orbital energeticky nižší než 4f-orbital, a proto první elektron po zaplnění orbitalu 6s vleze do orbitalu 5d.

U dalších prvků lanthanoidové řady se 4f-orbital postupně stává stabilnějším a začíná se zaplňovat.

(například cer 58**Ce** už má konfiguraci (54Xe) **6s24f15d1** , praseodym 59**Pr**: (54Xe) **6s2 4f³** )

Všechny **aktinoidy jsou radioaktivní**, což z nich činí velmi specifickou skupinu.

Neptunium a všechny těžší aktinoidy (93**Np** až 103Lr) se v přírodě nevyskytují - patří mezi **transurany**.

První objevený aktinoid byl **uran**, který už v 18. století sloužil jako barvivo do skla.

Aktinium má elektronovou konfiguraci **89Ac**: (86Rn) 7s² 6d¹ , **Ac** je prvním prvkem aktinoidů, ačkoliv jeho konfigurace obsahuje elektron v 6d podslupce, což je typické pro d-prvky.

* **v čem se liší prvky I. a II. B skupiny od ostatních *d*-prvků?**

Obecně d-prvky: **kovy, velká tvrdost a vysoké teploty tání**

* **Prvky I.B** a **II.B** **mají zcela zaplněné  d-orbitaly**, tím pádem se elektrony z **d**-orbitalů zapojují do kovové vazby málo nebo vůbec → **slabší kovová vazba** →

mají nižší teplotu tání a varu a **jsou měkčí**

* Tvoří většinou **sloučeniny s konstantními oxidačními čísly** (ostatní d-prvky s různými !!)
* I.B: **ušlechtilé kovy** – málo reaktivní nebo vůbec, ox. č. +**I**, II, III
* II.B: ox. č. **+II,** ušlechtilá je **pouze Hg** **!!**
* **proč je kovová vazba v I. a II. B skupině slabá vzhledem k ostatním *d-*prvkům?**

Prvky I.B a II.B mají valenční elektrony v **ns**-orbitalech - ty jsou slaběji přitahovány k jádru, protože **zaplněné d-orbitaly stíní přitažlivou sílu jádra vůči s-elektronům**, navíc se **elektrony** z**(n-1)d-orbitalů málo zapojují do kovové vazby nebo vůbec** - menší přitahování mezi atomy - **slabší kovová vazba.**

* **porovnej vliv pevnosti kovové vazby na typické vlastnosti *s*-prvků a *d*-prvků**

**Všechny d-prvky** jsou podle svých fyzikálních, chemických i technických vlastností **kovy**. Mají **menší atomové poloměry** než s-prvky a **na kovové vazbě se podílí víc valenčních elektronů** (hlavně ty z neúplně obsazených d-orbitalů).

Proto mají **přechodné kovy obecně pevnější kovovou vazbu** a tedy velké hustoty, vysoké teploty tání a varu, jsou vesměs tvrdé, dobře vedou elektřinu a teplo.

**Jejich reaktivita** **je** ale **menší** než reaktivita **s** – prvků.

**s-prvky** jsou většinou měkké, a mají obecně nízké body tání a varu, nejsou to dobré vodiče elektřiny a tepla

**d-prvky** velká tvrdost a vysoké teploty tání, výjimkou jsou prvky I.B a II. B – mají zaplněné d-orbitaly, na kovové vazbě se podílejí málo nebu vůbec

* **čím je způsobena barevnost iontů a sloučenin *d*-prvků?**

**Barevnost sloučenin** je **závislá** **na** přítomnosti **ne zcela zaplněných d-orbitalů** – proto **sloučeniny s prázdnými** nebo **zcela zaplněnými d-orbitaly** (Zn2+ , Sc3+) **jsou bezbarvé**.

Ionty a sloučeniny d-prvků jsou barevné díky přechodům **d** elektronů mezi 2x degenerovaanými **d** orbitaly, barva se mění v závislosti na oxidačním čísle,

např. **Cr+II modrý**, **Cr+III zelený**, Cr+VI(**CrO₄²⁻ je žlutý** a **Cr₂O₇²⁻ je oranžový**)

Absorpcí určitých vlnových délek viditelného světla dochází snadno k přechodům ***d***-elektronů mezi blízkými energetickými hladinami 2x degenerovaných ***d***-orbitalů.
Tímto **pohlcením určité části světla získává sloučenina(**nebo iont **d-**prvku**) barvu.**

* **které ionty *d*-prvků jsou bezbarevné-obecně?**

 sloučeniny **s prázdnými** nebo **zcela zaplněnými d-orbitaly** (Zn2+, Sc3+) jsou bezbarvé

* **uveď typickou barvu těchto iontů:**$Cr^{3+}$**,** $Cu^{2+}$**,** $MnO\_{4}^{-}$

$Cr^{3+}$ **- zelený**, $ Cu^{2+}$ **- modrý**, $ MnO\_{4}^{-}$ **- fialový**

* **vysvětli pojem diamagnetické, paramagnetické a feromagnetické látky**

**(které z nich jsou vtahovány a odpuzovány magnetickým polem)**

Přítomnost nebo nepřítomnost nepárových elektronů je zodpovědná za rozdílné chování prvků v magnetickém poli (podobně je tomu u sloučenin, tam je ale odvození přítomnosti nepárových elektronů těžší):

**diamagnetické látky** – magnetické pole **je slabě odpuzuje**, mají **elektrony spárovány**, př. Zn, Cd, Hg

**paramagnetické látky** – magnetické pole **je přitahuje**, mají **alespoň jeden nepárový elektron**, př. Cr, Pt

**ferromagnetické látky** – **podskupina paramagnetických** – **zesilují a vytvářejí vlastní magnetické pole**, jsou **trvale magnetizované**, mají vlastnosti trvalejších magnetů,

př. Fe, Co, Ni

* **vysvětli katalytickou funkci některých *d*-prvků (popř. jejich sloučenin) – uveď př.: oxid vanadičný, Pt, Fe – které známé chemické děje katalyzují?**

Katalyzátor je látka, která vstupuje do chemické reakce a vystupuje z ní nezměněná, zvyšuje pravděpodobnost uskutečnění této reakce. **Zvyšuje rychlost chemické reakce**.

**Oxid vanadičný** se používá jako katalyzátor při výrobě kyseliny sírové, **oxidace SO2** na **SO3**

**Platina** se používá při **hydrogenaci(**adice vodíku na násobnou vazbu**)** org. sloučenin.

**Železo** se využívá jako katalyzátoru **při výrobě čpavku** přímou syntézou z vodíku a dusíku.

* ***d*-prvky často tvoří sloučeniny s pestrými ox. čísly. Proč?**

**(Mn – II, III, IV, VI, VII)**

**Atomy d-prvků mají ve sloučeninách většinou různá oxidační čísla**, neboť **jejich valenční** **elektrony mají přibližně stejnou energii** a vazeb se mohou účastnit kromě ns elektronů i (n-1) d-elektrony. Větší počet oxidačních čísel mají prvky ze středu „přechodných“ řad (např. Cr, **Mn**, Ru, Os). Ve skupinách stoupá hodnota stabilnějšího oxidačního čísla s rostoucím Z (např. v VI.B skupině).

* **s rostoucím oxidačním číslem se v kysl. sloučeninách zvyšují/snižují kyselé vlastnosti a současně se zásadité vlastnosti zvyšují/snižují? Zatrhni.**

**s rostoucím oxidačním číslem** d-prvku se v kyslíkatých sloučeninách oslabují zásadotvorné a **zesilují kyselinotvorné** vlastnosti těchto látek

**MII zásadité, MIII, IV amfoterní, MV, VI slabě kyselé, MVII silně kyselé**

* **významné slitiny - co je dural a pájka**

**Dural** je **slitina** – **Al** (90-96%), **Cu** (4-6%) a malé přísady **Mg** či **Mn**.

Oproti čistému hliníku **je** dural jen nepatrně **hustší**, ale až **pětkrát** **pevnější v tahu i tvrdší**.

**Použití** v**automobilovém průmyslu,** při **stavbě letadel** a **lodí,** dále **sportovní pomůcky - cyklistika**, zdravotní potřeby.

**Pájka** – **slitina** kovů, nejčastěji **cínu a olova**, **tající při relativně nízké teplotě**, určená k pevnému spojování materiálů z jiných kovů

* **co je to Monelův kov? Jaké má vlastnosti?** (pro zajímavost)

Je **slitina niklu a mědi** (68 % Ni, 32 % Cu, někdy až 2,5% dalších kovů).

Monel vykazuje výborné mechanické vlastnosti a **chemickou odolnost** v náročném prostředí, např. **v dlouhodobém kontaktu se slanou vodou (**ropné plošiny**), ve vysokých teplotách**, ale i v chemickém průmyslu. Často bývá využit tam, kde již nedostačují vlastnosti nerezových ocelí, **je extrémně odolný vůči korozi**, pevný, tvárný za studena.

**který kov je složkou korozivzdorných ocelí? chrom** – **Cr**

Složkou korozivzdorných ocelí (nerezových ocelí) je především **chrom (Cr)**.

Chrom je klíčový prvek, který zajišťuje **odolnost oceli proti korozi**.

Obsahuje-li ocel alespoň 10,5 % chromu, vytváří se **na** jejím **povrchu tenká pasivační vrstva oxidu chromitého**, která brání dalšímu působení korozivních vlivů.

* **na co se využívá V?** (pro zajímavost)

Používán pro výrobu speciálních slitin a průmyslových katalyzátorů.

V oceli zjemňuje strukturu a díky tomu je pevnější a odolnější proti opotřebení (hlavně za vyšších teplot). Speciální **slitiny na výrobu chirurgických nástrojů**.

**Vysoká chemická a mechanická odolnost**.

* **nejčastější způsob výroby *d*-prvků z jejich rud - uveď př.**

Nejčastěji se získávají **redukčními pochody**.

Nejčastějším redukčním činidlem je **uhlík** v podobě **koksu** nebo **oxidu uhelnatého**.

Některé kovy (např. chrom) není možné získat redukcí jejich oxidu uhlíkem, protože vzniklé kovy tvoří s uhlíkem příslušné karbidy. V takovém případě se jako **redukční činidlo** používá **hliník** (aluminotermie), **hořčík**, dále se využívá **elektrický proud** **při elektrolýze** jejich tavenin nebo roztoku apod.

* **které d-prvky nebo sloučeniny d-prvků nalezneme v suchém galvanickém článku?** (pro zajímavost)

**Suchý galvanický článek**-**zdroj energie**, také známý jako **zinkovo-uhlíkový článek**, je běžný typ baterie – hračky, hodiny, dálkové ovladače

 **Katodu(+)** tvoří MnO2, Zn – slouží jako **anoda(-)**,

 **na anodě oxidace** **Zn**→Zn2++2e−, **Zn anoda** tedy „ubývá“, **na katodě pak redukce!!**

  Elektrony, které vznikají oxidací zinku na anodě, jsou vedeny přes vnější

 elektrický obvod (např. vodič nebo spotřebič) ke grafitové tyčince na katodě.

  Elektronový tok vytváří **elektrický proud**, který pohání spotřebič připojený k

 článku.

 Elektrolyt **salmiak** NH4Cl **přenáší ionty mezi anodou a katodou**, což umožňuje

 dokončení elektrochemického okruhu.

 

* **komplexní sloučeniny - vysvětli pojmy centrální atom, ligandy, koordinační číslo**

**Přechodné d-prvky často tvoří koordinační(=komplexní) sloučeniny – tzv. komplexy.**

**Komplexní částice=koordinační** částice jsou molekuly nebo ionty, které **mají** ke svému **centrálnímu atomu** **přiřazeny**(=koordinovány) **koordinačně kovalentní vazbou** několik atomových skupin, molekul či iontů, tzv. **ligandy**.

**Centrální atom** je částice (atom nebo iont), která **má volné=prázdné=vakantní orbitaly**.

Tyto orbitaly dokáže poskytovat jiným částicím (atomům, iontům nebo molekulám), které mu do nich dodávají elektronové páry - **ligandy**.

Tím vzniká z centrálního atomu a ligandů **koordinační částice**, která **obsahuje koordinační kovalentní vazbu (dativní, donor-akceptorová vazba)**.

Koordinačně kovalentní vazba se liší od “normální kovalentní“ vazby **pouze způsobem vzniku** !!

Ligand dodá celý elektronový pár a centrální atom místo=prázdný orbital.

U tzv. “normální kovalentní“ vazby dodává každý z vazebných partnerů vždy polovinu sdílených elektronů.

Maximální **počet ligandů** navázaných **kolem centrální atomu** se nazývá **koordinační=ligandové číslo** sloučenin. (většinou 2, **4** nebo **6**)

**centrální atom** – atom (či iont) většinou přechodného kovu s několika prázdnými=vakantními orbitaly, do kterých může přijmout volné elektronové páry.

Jedná se o **akceptor**=příjemce **el. páru** poskytnutého ligandem

**ligand** = částice obsahující vždy volný=nevazebný elektronový pár (jsou to anionty nebo neutrální molekuly s volným elektronovým párem) – **donor**=dárce **el. páru**

**UMĚT NÁZVOSLOVÍ KOMPLEXNÍCH SLOUČENIN !!**

# **PRVKY I. B**

**1. Které prvky patří do I. B skupiny?**

skupina **mědi** – **Cu**, **Ag**, **Au**

**2. Zapiš jejich elektronovou konfiguraci** atypická el. konfigurace **!!**

**Cu**- [Ar] 4s1 3d**10**

**Ag**-[Kr] 5s1 4d**10**

**Au**-[Xe] 6s1 4f14 5d**10**

**3. Jaké je hlavní ox. číslo Cu**:**+II**, **Ag**:**+I**, **Au**:**+III**

 Jsou to ušlechtilé kovy? Co to znamená?

 Od čeho pochází latinský název těchto prvků?

**Ano** jsou to **ušlechtilé** kovy.

Znamená to, že jsou to přechodné kovy s nejvyššími kladnými hodnotami

elektrochemických potenciálů, **mají** **nízkou reaktivitu** a vysokou **odolnost proti**

**korozi**, ze zředěných kyselin **nevytěsňují H2**.

**Cu**- **cuprum** (měď), odvozeno od **Kypru** (cyprum),

**Ag**- **argentum** (stříbro), původně z řeckého slova argos – bílý, **jasný**

**Au**- **aurum** (zlato), z latinského slova aurum neboli „jasný rozbřesk, **ranní záře**“

**4. Rozšíření Cu v zemské kůře + pořadí**

0.01%, 15. místo (pro zajímavost)

po Fe a Zn je **Cu** **3. nejrozšířenější *d*-prvek** v zemské kůře

**5. Významné slitiny těchto prvků (bronz, mosaz, alpaka)**

**Bronz**: slitina mědi a cínu. Využití: strojírenství, automobilový průmysl a **sochařství**.

**Mosaz**: slitina mědi a zinku. Využití v elektronice, výroba hudebních **dechových**

 **nástrojů**

**Alpaka**: slitina mědi, zinku a niklu. Využití bižuterie, kvalitní klíče, **ozdobné a**

 **jídelní předměty**

**6. Zapiš reakci a vyrovnej: měď + kys. dusičná (zředěná) → voda, NO, dusičnan**

 **3**Cu + **8**HNO3 → **3**Cu(NO3)2 + **4**H2O + **2**NO

**7. Vysvětli korozi Cu: co vzniká, co je měděnka, vzorec + rozdíl v korozi Fe**

**Ke korozi** na vzduchu vykazuje měď (velmi) **vysokou odolnost**, ale působením kyslíku, atmosférické vlhkosti a oxidu uhličitého se Cu **pokrývá tenkou zelenou vrstvičkou-měděnkou**, která ulpívá na povrchu Cu a účinně ji chrání proti další korozi.

(**měděnku** tvoří především **zelený** **zásaditý uhličitan měďnatý** CuCO3 . Cu(OH)2 )

**u železa** žádná souvislá ulpívající vrstvička na jeho povrchu při korozi nevzniká, **vzniká rez** –nejčastěji se jedná o **oxid železitý (Fe₂O₃)**, který má typickou červenohnědou barvu – ten se odlupuje a tedy koroze probíhá dokud se všechno Fe nepřemění v rez - **negativní účinek**.

Proto je **nutné povrch Fe proti korozi chránit** !! **Jak ?**

Nátěry, laky, galvanizace(pokovovávání vrstvou Zn ), **legování** železa s jinými kovy – vznik **nerezové oceli**, která je odolná vůči korozi.

**8. Skalice modrá: vzorec, význam-co způsobuje modrou barvu?**

**CuSO4 . 5H2O pentahydrát síranu měďnatého = modrý vitriol**

Dezinfekce bazénů, **fungicid**, proti plísním, k moření osiva;

síran mědnatý v bezvodém stavu tvoří bílý prášek - anhydrid, který přijímáním vody **modrá** – modrou barvu způsobují ionty **[Cu(H2O)4]+2** komplexní kationt **tetraaquamědnatý**

–5. molekula vody je vázána na síranový aniont (SO42− prostřednictvím vodíkových můstků

**9. Jaký je význam hemocyaninu, ceruloplazminu?**

 **Který prvek I.B skupiny obsahují? Které organismy mají kationty mědi v krvi?**

**Ceruloplazmin** je plazmatická **bílkovina** tvořená v játrech, která může na své molekule reverzibilně vázat šest atomů mědi, slouží jako **hlavní přenašeč mědi v lidském těle**.

Protein sloužící **k transportu kysliku** u některých **bezobratlých** je **hemocyanin** (podobně jako hemoglobin u obratlovců).

Místo železa má však v molekule navázán atom mědi a díky mědi má hemocyanin **modrou barvu.** Vyskytuje se **u většiny měkkýšů** včetně známého hlemýždě zahradního, u klepítkatců a **některých korýšů**.

**Ostrorepi** (nebo také **korýši)** mají **hemolymfu** (krvomízu), což je modrá obdoba krve obsahující **měď** pravě díky hemocyaninu..

**10. Která ruda obsahuje Ag? Argentit** (Ag2S) - sulfid stříbrný – **černá** barva

**11. Vysvětli výrobu Ag, Au**

**Ag** - zdrojem jsou rudy olova, mědi nebo zinku. Nejvíce používanou metodou pro získávání i čištění ryzího stříbra je **elektrolýza** z halogenidů, **Ag vzniká redukcí na katodě**.

**Au** – se **vyskytuje ryzí**, dá se získat z říčního písku **rýžováním - dříve** nejhojnější způsob,

nejčastější způsob získání **Au** v dnešní době je - **kyanidový způsob** - vytěžená hornina se nejdříve rozemele na jemný prášek, zlato se z něj následně **extrahuje roztokem kyanidu** (NaCN či KCN), **Au** se pak **z komplexů** získává **redukcí** neušlechtilým kovem, často **Zn**.

**12. Významné vlastnosti stříbra (tepelná a elektrická vodivost, optická odrazivost)**

**Ag** má ze všech kovů **největší** tepelnou a elektrickou **vodivost**; **nejlépe odráží světlo** - využití např. při **výrobě zrcadel** nebo **solárních panelů** (**95%** odrazivost)

**13. Co způsobuje černání Ag na vzduchu + co vzniká?**

 **Jak rychle odstranit černý povlak ze stříbra ?**

 **Oxidace Ag,** reakce v kyselé prostředí (**H2S**) – např. ve znečištěném vzduchu;

 na povrchu **Ag** **vzniká vrstva černého sulfidu stříbrného,** tento proces je také důvodem,

 proč se **Ag** předměty časem mohou zabarvit **do černa**, pokud nejsou pravidelně čištěny.

**Jak rychle odstranit černý povlak ze stříbra ?** ( pro zajímavost )

Vyložte misku **alobalem**, přidejte čajovou lžičku **jedlé sody** a **špetku soli**, poté přidejte **vařící vodu**. Stříbrný objekt vložte do mističky tak, aby se dotýkal hliníkové folie, a **černý** povlak rychle zmizí.

 Hliník má větší afinitu=lásku k síře, než stříbro, takže při této reakci **jednoduše Al**

 **nahradí Ag v sulfidu**, **stříbro je vytěsněno** a vzniká sulfid hlinitý.

 Jedlá soda zbavuje alobalovou fólii ochranné vrstvy, špetka soli umožňuje pak rychlejší

 průběh **vytěsňování Ag hliníkem** z Ag2S

 3Ag2S + 2Al -> 6Ag + Al2S3 ( rce pro zajímavost )

**14. Vysvětli princip černobílé fotky (AgBr) – dále uveď význam hydrochinonu - vývojky**

 **a thiosíranu sodného - ustalovače při získání negativu černobíle fotografie**

Na černo-bílém filmu je emulze hlavně **AgBr** v želatině, ten tvoří **světlocitlivou vrstvu filmu**. Tento halogenid reaguje na světlo. Osvětlením filmu vzniká tzv. **latentní obraz** (fotony uvolňují z **Br -**elektron, ten je zachycen **Ag+** a způsobí **redukci na Ag0**)

**Hydrochinon** je slabé **redukční činidlo**, využívá se **ve fotografických vývojkách** **k urychlení redukce** přednostně v místech s latentním obrazem.

**Thiosíran sodný** je základní složkou **ustalovače**, dokáže rozpouštět AgBr;

ustalovač **zabraňuje působení vyvolání na nechtěných místech**.

**Odstraněním nadbytku AgBr** z povrchu filmu **vzniká negativ**,

**osvětlením vzniká pozitiv**.

**15. Co je to zubní amalgám?**

Je to **výplňový materiál na zubní kazy**, **slitina** různých **kovů** I.A. a II.A skupiny **se Hg** (často **Hg**+**Ag**), **zubní amalgám** obsahuje přibližně **50 % rtuti**.

Hlavní obavy spojené se zubním amalgámem se týkají **obsahu rtuti**.

Amalgám ale uvolňuje velmi malé množství rtuti ve formě par, zejména při žvýkání nebo skřípání zubů. Tyto dávky jsou ale podle většiny studií považovány za velmi nízké a obvykle **nepředstavují riziko pro zdraví**.

V některých zemích je i tak používání amalgámu omezeno nebo zakázáno, zejména u dětí, těhotných a kojících žen.

**Zubní amalgám se ale stále používá**, zejména v případech, kdy jsou potřeba rozsáhlé a trvanlivé výplně. Nicméně kvůli zdravotním a ekologickým obavám roste popularita alternativních materiálů.

Během kremace se při vysokých teplotách (okolo 800–1000 °C) rtuť z amalgámu uvolňuje

 ve formě par a může unikat do ovzduší.

 **Rtuť je toxická pro životní prostředí i lidské zdraví**. Ve vzduchu se může šířit na velké

 vzdálenosti a v životním prostředí se přeměňuje na methylrtuť, která je nebezpečná pro

 vodní organismy a potravní řetězec. Proto **moderní krematoria** často používají **pokročilé**

 **filtrační systémy**, které pomáhají zachytit a neutralizovat škodlivé látky, včetně rtuti.

 **Evropská unie plánuje postupné vyřazení amalgámu do roku 2030**.

**16. K čemu slouží AgI, AgCl, AgNO3**

**AgI** – jodid stříbrný – žlutá fotocitlivá pevná látka, **využití ve fotografii**, jako antiseptikum v medicíně, **umělé vyvolávání deště**

**AgCl** - díky své světlocitlivosti je **používán ve fotografii** (hlavně jako kopírovací papíry a také pro diapozitivní desky)

**AgNO3** - lapis = kamínek **proti bradavicím**

**17. Výskyt zlata v přírodě + jeho získávání**

**(rýžování, amalgamace, kyanidový způsob výroby)**

V horninách se díky své inertnosti **Au** vyskytuje prakticky **pouze jako ryzí kov**.

**Rýžování(** popř. plavení čivymývání) – je **oddělování** zrníček zlata od zrnek jiné horniny ve vodě **na základě odlišné hustoty**.

(**Au** má hustotu **19,32 g/cm³**, což je **jedna z nejvyšších hustot** mezi běžnými **kovy,** běžné horniny či písek mají hustotu asi 2,5–3 g/cm³). V současné době jsou rýžovatelná ložiska zlata již většinou vyčerpána. V historii bylo rýžování první a jednou z nejvýznamnějších metod získávání zlata z přírody, navíc ekologicky šetrnou!! .

**Amalgamační způsob těžby** - používán v minulosti – ekologicky velmi nebezpečný.

Používal se v případě, kdy se **Au** již obtížně získávalo rýžováním.

Pro tento účel byla zlatonosná hornina kontaktována s kovovou elementární **rtutí**. Vzniklý **amalgám zlata** byl po oddělení horniny obvykle tepelně rozkládán a **rtuť se oddestilovala**.

**Kyanidové loužení** – jemné namletá hornina se louží roztokem alkalického kyanidu **NaCN** za probublávání kyslíkem, vyluhováním vzniká komplexní sloučenina Na[Ag**I**(CN)2], dále redukcí Zn vzniká Na2[Zn**II**(CN)4] + **Ag** (obdobně to platí i pro **Au**)

**18. Vynikající vlastnosti Au (tažnost, kujnost), co způsobuje malou reaktivitu zlata?**

Zlato je značně těžké (skoro třikrát těžší než železo). Nerezaví, je odolné vůči kyselinám, vnějším vlivům, soli i zásadám, je rozpustné jen lučavkou královskou,

Jedná se o poměrně měkký, výborně tepelně i elektricky vodivý kov, **vyniká tažností a kujností** – **1**.místo mezi kovy.

Je **neobyčejně kujné a tažné** - 1 gram zlata (kulička o průměru cca 2 mm) může být rozklepán na fólii o ploše cca 1 m2 a tloušťce 230 atomů, zlato o 1 cm3 stačí na plech o ploše asi 18 m2; nereaguje ani s kyslíkem ani se sírou, je také odolné vůči hydroxidům i kyselinám

Za malou reaktivitu může **zcela zaplněný d-orbital**: 4f14 **5d10** 6s1

**19. Rozpustnost Au v kyselinách + použití a význam Au**

Rozpustné je **jen lučavkou královskou** (**HCl : HNO3** v poměru **3:1**, popř. směs HCl+Cl2) a v roztocích kyanidů za přítomnosti kyslíku.

Využití pro výrobu dekorativních předmětů a šperků a jako **platidlo**. V současné době je navíc důležitým **materiálem v elektronice**, kde je ceněn jeho nízký přechodový odpor a odolnost proti korozi, v minulosti zdravotnictví (zuby), radioaktivní izotop – diagnostika nádoru mozku

**20. V čem se uvádí obsah zlata ve sloučeninách? Kolik % obsahuje zlato o ryzosti 14 karátů?**

**Ryzí zlato: 24 karátů** = 100 %, **běžné zlato** = **14** karátů = cca 58 % (z 24 dílů slitiny je 14 dílů zlata, 14/24 = 58,3 %)

**21. Který prvek I.B má baktericidní vlastnosti?**

Stříbro

**22. Jaké jsou obecné způsoby výroby kovů? Které látky můžeme použít jako činidla?**

* výskyt a dostupnost jednotlivých rud určuje způsob výroby a zpracování
* výroba kovů = **hutnictví** = **metalurgie**
* **získávají se redukcí** (redoxní proces) – přenos elektronů na kationt kovu

M*n*+ + *n*e- → **M0** (= kov)

**na redukci** se může používat:

1. **C, CO** – výroba **Fe**, Mn, Sn, Pb, Zn
2. **kov** – např. **Al, Mg**, Ca, Na, př.: Cr2O3 + 2 Al → Al2O3 + 2 Cr
3. **H**, hydridy – výroba kovů z oxidů (MoO3, WO3, GeO2, TiO2)
4. **elektrolýza** vodných roztoků

# Prvky - II. B skupina

**1. Které prvky patří do II. B skupiny?**

Zn, Cd, Hg

**2. Dělení na ušlechtilé a neušlechtilé prvky. Které kovy se vyskytují ryzí?**

**Hg** – **ušlechtilý** prvek – v ryzí podobě

**Zn, Cd** – **neušlechtilé prvky**

**3. Zapiš elektronové konfigurace (rozdíl vzhledem k I. B)**

II. B konfigurace **ns2 (n-1) d10** *-* ***d* orbital se nepodílí na vazbách**

I.B – konfigurace ns1 (n-1)d10

Zn: [Ar] 3d10 **4s2**

Cd: [Kr] 4d10 **5s2**

Hg: [Xe] 4f14 5d10 **6s2**

**4. Jaké je hlavní oxidační číslo těchto prvků?**

**+II**

**5. Vysvětli nízkou teplotu tání těchto prvků.**

 **Který přechodný kov má nejnižší teplotu tání?**

**( Nejnižší t.t** má **rtuť - Hg -39° C – jediný kapalný kov za normálních podmínek )**

Nízké teploty tání jsou způsobeny tím, že **atomy poutají pouze slabé kovové vazby** (díky plným d-orbitalům).

Prvky s prázdnými nebo zcela zaplněnými d-orbitaly mají nízké body tání i varu.

Čím větší je počet nespárovaných d-elektronů, tím jsou vazby pevnější a teploty tání vyšší.

**6. Rozšířenost Zn v přírodě - zdroj ZnS (pražením přeměna na ZnO), dále výroba**

 **pokračuje jak?**

Docela běžný – **2.** nejběžnější mezi d-prvky, většinou ve formě různých minerálů – např. sfaleritu = sulfidu zinečnatého = blejno zinkové = **ZnS**

2 **ZnS** + 3O2 → 2**ZnO** + 2SO2  pražení rudy za přístupu kyslíku a přeměna na **ZnO**

2**ZnO** + C → 2Zn + CO2 **redukce** oxidu zinečnatého ve vysokoteplotní peci

 **uhlíkem** nebo koksem

**7. Zapiš rovnici: Zn + HCl →**

Zn + 2HCl → ZnCl2 + **H2**princip laboratorní přípravy plynného vodíku, Kippův přístroj

**8. Jakou významnou vlastnost má Zn, jeho oxid i hydroxid vzhledem ke kyselinám a**

 **zásadám?**

**Je amfoterní**. Amfoterismus znamená, že chemické sloučeniny reagují jako kyselina nebo jako zásada v závislosti na tom, s jakými látkami jsou kombinovány. Když **oxid** či **hydroxid zinečnatý** zkombinujeme se silnou zásadou, bude se chovat jako kyselina – a naopak.

**9. Vysvětli, proč se železné plechy pozinkovávají?**

Tato vrstva slouží jako **ochrana proti korozi** - zinek s kyslíkem tvoří oxid zinečnatý **ZnO**, který slouží jako **ochranná vrstva Fe**

**10. Co je to zinková běloba + význam v lékařství**

Oxid zinečnatý, **ZnO -**  **kožní zásyp**, ochrana pokožky, absorpce nadměrné vlhkosti, **protizánětlivé, antimikrobiální účinky**, podpora hojení ran, protiplísňové účinky.

**11. Napiš vzorec bílé skalice, zelená skalice**

**ZnSO4 · 7 H2O** - heptahydrát síranu zinečnatého, tzv. bílý vitriol

**FeSO4 · 7 H2O** - heptahydrát síranu železnatého, tzv. zelený vitriol

**12. Zn je biogenní prvek – vysvětli**

Biogenní prvky jsou prvky nezbytné pro život, jsou součástí živých organismů, **Zn** patří mezi **mikrobiogenní prvky**

Zinek se podílí na biochemických procesech v organismech, ve formě **Zn+2** funguje jako **aktivátor enzymů** v kostech a vlasech.

**13. V čem spočívá nebezpečí těžkého kovu Cd?**

Je **podobný jako Zn**, **nebezpečí nahrazení Zn v enzymech**.

Kadmium je známý karcinogen (látka způsobující rakovinu), který může způsobit také selhání ledvin, dýchací potíže a další zdravotní problémy.

Nebezpečné je vdechnutí nebo požití této látky.

**14. Co je Woodův kov?**

Pájka (**nízkoteplotní slitina**) s teplotou tání **75 °C**

z 50 % **bismut**, 25 % **olovo**, 12, 5 % **cín**, 12,5 % **kadmium**

**15. Co alchymisté označovali jako tekuté stříbro a jaké má vlastnosti?**

 **Uveď jeho latinský název.**

Alchymisté tím mysleli **rtuť**, chemický prvek se symbolem **Hg**.

Rtuť byla často považována za základní složku všech kovů. Alchymisté věřili, že všechny kovy vznikají kombinací rtuti (tekuté stříbro) a síry (symbolizující oheň nebo duši).

Rtuť byla považována za zázračnou látku, která může rozkládat a přetvářet materiály, což z ní činilo **klíčovou substanci při hledání kamene mudrců**.

Je to jediný **kov**, který je **za normálních podmínek kapalný**.

Má stříbrný, lesklý vzhled, což vedlo k označení **"tekuté stříbro".**

**16. Co je rumělka, zapiš vzorec, co se z ní získává?**

**Cinabarit** – **rumělka -** minerál - **HgS -** jasně **červená** barva a vysoký obsah rtuti

**Pražením** **v** proudu **kyslíku** se z ní získává **Hg**, vedlejším produktem je SO2.

**17. Jedovatost - páry Hg (v čem je nebezpečí) + rozpustné sloučeniny Hg - HgCl2**

**Páry Hg** jsou vzhledem k **velmi dobré rozpustnosti v tucích** jedovaté !

Dochází ke kumulování **Hg** v tukových tkáních. Stejně tak **Hg** ohrožuje i nervové buňky, protože obal nervových buněk obsahuje lipidy (tuky), proto **rtuť působí neurotoxicky**.

HgCl2 zasahuje především játra a ledviny, může se vstřebávat i kůží, byla prokázána i jeho teratogenita. Minimální smrtelná dávka je u člověka přibližně 20 mg/kg.

Páry Hg jsou dobře absorbovány plicními sklípky - mohou se dostat přímo do krevního oběhu, rychlá distribuce do mozku, ledvin, jater a nervového systému;

**Hg** má tendenci hromadit se v těle a může způsobovat poškození tkání a orgánů, vstřebává se i kůží. **Při otravě dochází k slinění, červenání dásní a k vypadávání zubů**, postupně dochází **k nervovým poruchám**.

**HgCl2 má podobné účinky na organismus jako páry Hg**

HgCl2 **s bílkovinami tvoří nerozpustné sloučeniny, proto je bílek protijed.**

**18. Použití Hg (teploměry, amalgámy-vysvětli)**

Kovová rtuť se používá jako náplň do řady měřících a laboratorních přístrojů a pro výrobu výbojek a spínačů, v polarografii a k výrobě dentálního amalgámu.

V teploměrech se využíval pro nízký bod tání. **Vysoká tepelná roztažnost rtuti**: při zahřívání se rtuťový sloupec ve skleněném teploměru rozpíná a ukazuje změny teploty; přesné a snadno čitelné; v posledních letech se však kvůli zdravotním a environmentálním obavám omezilo jejich používání a nahradily je digitální teploměry.

Amalgám je kapalná nebo pevná slitina rtuti s několika kovy – v současnosti s mědí, stříbrem a cínem, dříve také například se zlatem, zinkem, kadmiem či olovem. Ve stomatologii se dnes používá stříbrný amalgám jako výplňová hmota a především do zadních poškozených zubů. Amalgám se dobře zpracovává, je velmi pevný, má antibakteriální účinky a v kavitě (otvor po vyvrtaném zubním kazu) se při tuhnutí mírně rozpíná - dobře tak utěsní její okraje proti průniku bakterií zubního kazu, aniž by vnitřním pnutím poškodil zub. Správně aplikované a ošetřované amalgámové plomby jsou obecně považovány za bezpečné a efektivní; v některých zemích se omezilo používání amalgámů kvůli obavám z obsahu rtuti.

**19. Vysvětli rozdíl mezi Hg2Cl2 a HgCl2. Který je jedovatý a který se nazývá kalomel?**

**Kalomel = Hg2Cl2** = **chlorid rtuťný** – červený minerál, v minulosti používán v lékařství (**projímadlo**) a jako fungicid a v elektrochemii-elektrody, nerozpustný ve vodě.

**HgCl2 = chlorid rtuťnatý** – **sublimát** - bezbarvá krystalická látka, snadno těká, **rozpustný ve vodě**, velmi **prudký jed**, využívá se ve výzkumu a v průmyslu

**20. Co je to polarografie (autor?, rtuťová kapalná elektroda)?**

**Polarografie** je elektrochemická analytická metoda, používá rtuťové kapající elektrody, slouží pro studium elektrochemických reakcí a kvantitativní analýzu látek – zkoumá přítomnost i koncentraci neznámé látky v roztoku. Polarografii objevil a propracoval v roce 1922 **Jaroslav Heyrovský**, **1959** za ni dostal **Nobelovu cenu za chemii**.

Při polarografii je katodou dokonale polarizovaná rtuťová kapající elektroda (ze zásobníku rtuti vede kapilára ponořená do elektrolytu s analyzovanou látkou, do kterého rtuť odkapává). Anodou je nepolarizovaný povrch nádobky s roztokem, který je pokryt vrstvou rtuti nebo i jiným materiálem. Katoda a anoda jsou spojeny elektrickým obvodem.

Při zvyšování napětí mezi anodou a katodou dojde k vylučování příslušných iontů na katodě a tím k nárůstu proudu. Proud je omezen množstvím iontů v roztoku.

# Železo Fe - Ferrum

**1. Uveď latinský název a zařaď do periodické soustavy prvků, urči vlastnosti železa.**

**Ferrum** – Z = 26, je to kujný, tažný, stříbřitě lesklý, měkký kov, snadno podléhá korozi, má **paramagnetické** či **ferromagnetické** vlastnosti. Patří mezi **neušlechtilé** kovy, s neoxidujícími kyselinami reaguje za vzniku vodíku a železnatých nebo železitých solí, za vyšších teplot reaguje s mnoha prvky, **je obsažen v hemoglobinu a myoglobinu(jako Fe2+**)

**VIII.B** – **triáda železa** – **Fe**, Co, Ni

**4**. nejrozšířenější prvek (O, Si, Al, **Fe**)

**2. Jak je železo rozšířené na Zemi?**

Železo je nejrozšířenější přechodný kovový prvek a druhý nejrozšířenější kov na Zemi (O, Si, Al, **Fe**). Železo zaujímá 5 - 6% v horninách zemské kůry. Nejčastěji je to ve formě oxidů, případně to mohou být i uhličitany, sulfidy.

hematit=krevel (Fe2O3), magnetit=magnetovec (Fe3O4), siderit=ocelek (FeCO3), pyrit (FeS2)

**3. Jaký je jeho význam z historického hlediska?**

objev železa a využití lidskou populací značně ovlivnilo technický vývoj lidstva.

V době železné byla cena železa srovnatelná s cenami zlata či jiného drahého kovu. Objev výroby a využití železa byly jedním z nejvýznamnějších mezníků vzniku současné civilizace. Železo mělo ve své době všestranné využití a v kombinaci s dalšími kovy ve formě slitiny tvoří základ obrovskému množství nástrojů a prostředků, které používáme i v současnosti. Jednou z nejznámějších a nejpoužívanějších slitin železa je **ocel**.

Původně **Fe** sloužilo k výrobě šperků, následně k výrobě nářadí a zbraní.

Železo známe od 4. tis. př. kr, je **i nadále nejdůležitějším kovem současné civilizace**.

**4. Urči, jak se nejčastěji vyskytuje - vázaně či volně?**

**Vázaný** je v zemské kůře **ve formě** sloučenin – **železných rud**.

**Ryzí** je jen výjimečně, **meteority** obsahují **Fe** a Ni.

**5. Jaké znáš železné rudy?**

hematit (Fe2O3) = krevel, magnetit (Fe3O4) = magnetovec, limonit (2Fe2O3.3H2O) = hnědel, siderit (FeCO3) = ocelek a pyrit (FeS2).

**6. Pyrit – ekologie (vysvětli)**

**Pyrit, disulfid železnatý=kočičí zlato, zlato hlupáků**, jako nezajímavý minerál bývá často ponecháván na výsypkách spolu s jalovinami. V takových případech může vlivem vlhkosti oxidovat a při tom vzniká kyselina sírová, která může velmi negativně ovlivnit okolní prostředí. Vznikají kyselé důlní vody, které jsou velkou ekologickou zátěží i stovky let po skončení aktivní těžby nerostných surovin.

Některé bakterie dokáží z  pyritu vyrábět enzymaticky vodík (díky enzymu 2-železohydrogenáza).

Mohlo by tedy jít o palivo budoucnosti a možnost nezávislosti na fosilních palivech.

**7. V jakých bílkovinách se vyskytuje železo?**

* transferin (transport **Fe**)
* feritin (zásoba **Fe**)
* hemoglobin – klíčový protein pro **transport kyslíku v krvi** a jeho dodání do tkání
* myoglobin - **umožňuje svalům** **uchovávat kyslík** a využívat jej při fyzické zátěži

**8. Vysvětli význam čistého železa a jeho slitin (ovlivnění vlastností např. Si, Cr, Co)**

**Čisté železo nemá větší praktický význam** – snadno koroduje, tvoří **jádra elektromagnetů**, je **feromagnetický** = zesiluje magnetické pole.

Slitiny železa obsahují dva základní prvky: **Fe** a **C**. Hmotnostní obsah Fe musí být větší než 50 hm %

**Oceli** jsou vícekomponentní slitiny Fe s obsahem C pod 2 hm. % a celou řadou dalších prvků. Oceli se zpracovávají tvářením. V malé míře ale mohou i odlévat na hotové výrobky (ocelové odlitky). Litiny jsou vícekomponentní slitiny Fe s obsahem C větším než cca 2 hm.% C. Nedají se tvářet, ale pouze odlévat.

Slitiny s **Co** získají dobrou **magnetičnost**, s **Si** **pružnost**, s **Cr** **korozivzdornost**.

**9. Popiš výrobu železa – suroviny (navážka), přímá redukce, nepřímá redukce a význam
 strusky**

Tzv. **surové železo** se vyrábí ve vysokých pecích z kyslíkatých železnatých rud. Shora se pec neustále plní **železnou rudou**, **koksem** a **struskotvornými přísadami** (zejména vápencem nebo dolomitem). Do spodní části pece se ustavičně vhání horký vzduch obohacený kyslíkem. Uhlík se nejprve oxiduje kyslíkem na oxid uhelnatý (za teploty až 2000 °C). **Oxid uhelnatý** pak v redukčním pásmu postupně redukuje rudu (**nepřímá redukce**) na tuhé, pórovité surové železo. Ve spodní části pece probíhá **přímá redukce** oxidu železnatého **uhlíkem**. Surové železo stéká ke dnu vysoké pece, odkud se jednou za čtyři až šest hodin vypouští. **Struska**, vznikající při redukci rudy **reakcí příměsí (hlušiny) se struskotvornými přísadami**, se s železem nemísí, plave na něm a **chrání železo před oxidací** horkým vzduchem. Struska se vypouští horní výpustí. **Používá se ve stavebnictví**, např. při výrobě tvárnic.

**Surové železo se nazývá litina**, protože se odlévá do forem. **Je tvrdé ale křehké**. Slouží k výrobě **radiátorů**, nádobí nebo železných součástek strojů.

**Surové železo se dále zpracovává na ocel zkujňováním (odstraněním C, Si, P, S). Ocel obsahuje pod 2 % C.**

**10. K čemu slouží litina a ocel - uveď jejich vlastnosti**

* **surové železo = litina** – křehká, výroba radiátorů, kotlů, potrubí, nádobí, částí strojů
* surové železo (tvrdé, ale křehké) se zkujňováním zpracovává na **ocel** (**zkujňování** = **snížení obsahu některých prvků** – pod 2 % **C**, Si, P, S...)
* **zkujňování** se provádí:
	+ **konventory** (vhání kyslík, vznikají oxidy, které se vážou na vyzdívku, nebo unikají, jako např. CO, CO2, SO2)
	+ nebo v **nístějových pecích** (příměs litiny reaguje s vyzdívkou pece)
* vlastnosti oceli se upravují:
	+ přísadami – např. sloučeniny Ni, W, Cr, vznikají speciální oceli
	+ ochlazováním (= tzv. kalením)
* **ocel je měkčí než litina a je kujná, obsahuje max 1,7 % C**

Ocel se dá upravovat teplem (zahřeje se na vysokou teplotu). Pokud se pak nechá pomalu zchladnout, je méně tvrdá a dá se snadno ohýbat. Taková **ocel** se nazývá **popouštěná**.

Pokud ale rozžhavenou ocel prudce zchladíme, je tvrdá a lámavá. Nazývá se **zakalená** ocel.

**11. Popiš postup výroby oceli**

Výroba oceli je metalurgický postup pro zkujňování Fe. Přípravu oceli lze rozdělit do dvou fází. V první fázi se snižuje obsah uhlíku (na 0,2 – 1,7 %) a odstraňují se nežádoucí prvky pomocí oxidace. Tyto procesy probíhají v kyslíkových konventorech a v nístějových pecích.

Druhá fáze se nazývá rafinace, kdy se z oceli odstraňuje přebytečný kyslík pomocí manganu a křemíku nebo pomocí hliníku. Nakonec se ocel odsiřuje.

Výchozím materiálem pro výrobu oceli je zpravidla surové železo. **Výroba surového železa** probíhá **ve vysoké peci** redukcí oxidů železa obsažených v železné rudě. **Ruda, koks a vápenec** jsou vsazovány do vysoké pece a zde za vysokých teplot redukovány a taveny. Surové železo je transportovány přímo do oceláren, kde dochází ke snížení obsahu C. Získaná tzv. nelegovaná neboli měkká ocel - je poměrně měkká a snadno se mechanicky zpracovává (tažení, kování, ohýbání atd.). Mechanické vlastnosti se dají dále upravovat tepelným zpracováním, například kalením (zahřátím do červeného žáru a prudkým zchlazením vodou nebo minerálním olejem) nebo popouštěním (zahřátím na 200 až 300 °C a pomalým chlazením). Slouží k výrobě drátů, plechů, hřebíků a podobných produktů.

Další zkvalitnění vyrobené oceli se dosahuje legováním, tedy přídavky definovaných množství jiných kovů za vzniku slitiny.

**12. Co je zušlechťování oceli (kalení, popouštění a legování oceli)**

Kalení - zahřátí do červeného žáru a prudké zchlazením vodou nebo minerálním olejem, vzniká tvrdá, ale křehká ocel

Popouštění - zahřátí na 200 až 300 °C a pomalé chlazení, slouží k odstranění křehkosti

Legování - přídavek definovaného množství jiných kovů za vzniku slitiny

**13. Popiš korozi železa (podmínky, co vzniká), co je to pozitivní koroze?**

Koroze je samovolné, postupné rozrušení železa vlivem chemické nebo elektrochemické reakce s okolním prostředím. Rez je červenohnědý povlak, který se tvoří na povrchu železných a ocelových předmětů. Povlak tvoří hydratovaný oxid železitý (Fe2O3·nH2O), který vzniká účinkem vlhkého prostředí a kyslíku. Proces vzniku rzi se nazývá rezavění a je to druh koroze. Na rozdíl od oxidů jiných kovů nevytváří rez souvislou vrstvu a nechrání tak železo před další korozí. Rez je porézní a postupně opadává, takže znovu odhaluje čerstvý povrch. Rezavění železa tak pokračuje do hloubky a může ocelové předměty i konstrukce úplně zničit.

**Pozitivní koroze** = děj, kdy při reakci s kyslíkem vzniká na povrhu souvislá vrstvička oxidu, která chrání kov před další korozí (= pasivace), př. pozitivní koroze je u hliníku, kdy vzniká Al2O3 a u mědi, kdy vzniká měděnka (vrstvička zásaditého uhličitanu mědnatého)).

Milan Haminger, BiGy Brno 2024©