***Hujová 2.E***

**Nikl**

**1. Poloha v tabulce:**

Nikl je prvek VIII.B skupiny periodické soustavy. Spolu s železem a kobaltem vytváří uprostřed čtvrté dlouhé periody triádu železa.

**2. Elekronová konfigurace a ox. čísla:**

Elektronová konfigurace: Ni [Ar]: 3d8 4s2

oxidační čísla: ve sloučeninách dosahuje nejčastěji oxidačního stavu II, ale jsou známy také oxidační stavy -I, 0, I, III a IV

**3. Výskyt:**

Nikl je sedmým nejrozšířenějším kovem na zemi a dvacátým druhým prvkem co do obsahu

v zemské kůře (cca 100 mg/kg ). V mořské vodě se jeho koncentrace pohybuje na úrovni 5,4 mikrogramu v jednom litru.

Jako relativně lehký prvek je nikl v přírodě poměrně hojně zastoupen a ho lze najít v několika možných formách. V ryzí

formě je poměrně vzácný a nachází se především společně s železem jako pozůstatek

z komet a meteoritů. Nikl je v přírodě vázán hlavně na síru, arsen a antimon -> jedná se o tzv. laterity, což jsou oxidické a silikátové rudy -> například garnierit ((Ni,Mg)6Si4O10·(OH)8), dále o sulfidické rudy jako-> millerit=niklerit (NiS), pentlandit((Ni,Fe)9S8) a o arsenidové rudy -> nikelit (NiAs) ,gersdorfin (NiAsS) a - chloantit NiAs2 ; další minerálynapř.breithaupptit NiSb. Nejdůležitější naleziště na světě je u města Sudbury v Kanadě, kde se nachází na území 17 km širokém a 59 km dlouhém nikl společně s dalšími

14 prvky. Jedná se pravděpodobně o ložisko meteorického původu.

  Minerál millerit Minerál nikelit

**4. Vlastnosti**

Nikl je stříbrošedý lesklý kov, dá se výborně leštit. Existuje 5 jeho izotopů. Nikl je feromagnetický kov, jako ostatní kovy je dobře kujný a tvárný. Ve sloučeninách se vyskytuje především v mocenství Ni+2, existují i sloučeniny Ni+1, zatímco látky obsahující Ni+3 jsou nestálé a působí silně oxidačně. Čistý nikl zaujímá plošně centrovanou kubickou mřížku. Na vzduchu je stálý, ale má tendenci se pokrývat vrstvičkou oxidu, a to především po zahřátí. V jemně práškové formě je pyroforický (=samozápalný na vzduchu) Za tepla se slučuje s B, Si, P, S a halogeny, při zahřátí do červena se oxiduje vodní parou. Zvolna se rozpouští ve zředěných kyselinách s výjimkou HNO3 (rozpouští se pomaleji než železo), ale v koncentrovaných se pasivuje (např. v koncentrované HNO3). Suché halogenovodíky na něj nepůsobí a odolává také roztokům hydroxidů. Nikl jako takový velmi ochotně tvoří komplexní soli, a to nejen jako soli nikelnaté, ale i jako nikl. Příkladem je tetrakarbonyl niklu, kde se nikl vyskytuje v oxidačním stavu 0. Vodné roztoky solí nikelnatých zase naopak tvoří kationty hexaaquanikelnaté, které způsobují zelenou barvu roztoků.

Kovový nikl rozkládá při mírném žáru amoniak na dusík a vodík. Nikl má schopnost pohlcovat velká množství vodík->zejména za zvýšené teploty. Proto se houbovitý nikl využívá jako katalyzátor při hydrogenacích.

Jeho další vlastnosti jsou shrnuty v následující tabulce:

**Tabulka vlastností niklu :**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Vlastnost** | **Jednotka** | **Hodnota** |
| ***Kovový poloměr*** | nm | 0,125 |
| ***Iontový poloměr*** | nm | 0,069 |
| ***Bod tání*** | °C | 1 452 |
| ***Bod varu*** | °C | 2 900 |
| ***Hustota*** | g.cm-3 | 8,908 |
| ***Elektronegativita*** |  | 1,8 |

**5. Příprava:**

Nepřipravuje se v laboratořích, příprava pouze ze sloučenin.

**6. Výroba:**

Probíhá karbonylovým způsobem nebo nikl získáváme ze sulfidových rud, dále surový nikl rafinujeme elektrolýzou( *elekrolytické rafinace* se používá hlavně u surového niklu obsahujícího platinu, protože z anodového kalu, který přitom odpadá, může být snadno získána platina a kovy, které ji provázejí nebo Mundovým způsobem( viz. níže)

**1. Sulfidové rudy** ( upravené rudy, která obsahují především Ni, Cu a Fe a následně i křemen - nejdůležitějšími rudami niklu jsou novokaledonský*garnierit*a kanadský*pyrrhotin,* který vedle niklu obsahuje také značná množství*mědi* ) se praží a taví, vzniká NIO složitými pochody se pak z rudy NIO získá surový nikl, kdy NIO se redukuje C. Následně se Ni dále rafinuje elektrolýzou nebo Mondovým způsobem.

- Při výrobě niklu z ***garnieritu*** se využívá mimořádná afinita niklu k síře. Ruda se taví se sloučeninami snadno odštěpujícími síru a tím vzniká Ni3S2 a nečistoty přechází jako křemičitany do strusky. V konvertoru se částečným vypražením, opakovaným tavením s přísadou křemene odstraní železo a zbude tak čistý Ni3S2. Následným pražením se z sulfidu získá oxid nikelnatý NiO. K oxidu nikelnatému se přidá dřevěné uhlí a směs se žíhá, tím se získá práškový nikl nebo se k oxidu nikelnatému a dřevěnému uhlí přidá ještě voda a mouka (jako pojidla), ve formě se vytvarují krychle a při žíhání vzniká nikl v podobě krychlí. Část obsahující nikl se může buď používat při tavení železa jako legující složka nebo se může rafinovat na čistý kov. To se může dít **elektrolyticky**, kdy se kov zredukuje uhlíkem a v roztoku síranu nebo chloridu nikelnatého se vyloučí na katodě čistý kov ( anoda je ze surového niklu, katoda z čistého niklu – anoda se poté rozpouští a zachycuje se čistý Ni na katodě). Čistota Ni po elektrolýze je asi 99,9%.

Druhým způsobem rafinace je **Mondův způsob**. Při tomto způsobu se nikl obsahující

část nejdříve praží, aby se převedla na oxid nikelnatý. Tento oxid je zredukován

vodíkem na nikl, který se následně převede na tetrakarbonyl niklu. Tyto reakce

probíhají dle rovnic.

Ni3S2 + 7/2 O2 ----> 3NiO + 2SO2

 NiO + C ----> Ni + CO

Ni + 4CO <—50°C--->[Ni(CO)4]

Vzniklý tetrakarbonyl niklu se převede přes tablety z čistého niklu při 230 °C, při čemž se rozloží na čistý kov a oxid uhelnatý, který se vrací zpět pro přípravu nového

tetrakarbonylu niklu. Čistota niklu je pak cca 99,95%

*-* ***Pyrrhotiny*** obsahující nikl se zpracovávají obdobným způsobem až na to, že se v tomto případě síra nepřidává, nýbrž naopak její velký obsah v těchto rudách se nejprve předchozím pražením zmenšuje. Dále se pro přítomnost mědi nezíská při jinak stejném postupu surový nikl, nýbrž slitina niklu a mědi. Tuto slitinu lze elektrolyticky rozložit na její složky, většinou se však dává přednost co nejdůkladnějšímu oddělení niklu od mědi již před redukcí na kov. V Kanadě se to většinou děje*způsobem oxfordským*  Sulfidy niklu a mědi se taví v šachtové peci s hydrogensíranem sodným a koksem. Při tavení se sulfid niklu usazuje na dně, zatímco sulfid mědi se drží na povrchu taveniny. Po vychladnutí se oddělí horní vrstva od spodní a odstraní se další nečistoty. Po pražení s koksem se získá surový nikl, který obsahuje 95 % niklu a 1–2 % mědi. Surový nikl se buď elektrolyticky rafinuje, nebo se zpracovává na čistý nikl *karbonylovým způsobem*.

**2. Karbonylový způsob** - pražením vzniklý oxid nikelnatý redukujeme vodním plynem (CO + H2). Následuje rafinace pomocí Mundova způsobu( houbovitý nikl pak reaguje při teplotě 50 - 60 °C s oxidem uhelnatým, vzniká těkavý tetrakarbonyl niklu, který se potom rozloží vedením přes tablety z čistého niklu při teplotě 230 °C a uvolněný CO se vrací zpět – rce viz. výše.

**7. Bezkyslíkaté sloučeniny:**

\*Sloučeniny niklu: Nikl tvoří sloučeniny v oxidačních stavech od Ni-1 do Ni+4, přičemž v záporných stavech se jedná o organokovové sloučeniny a v kladných je nejstabilnější Ni+2 a vyšší stavy se běžně nevyskytují, neboť se na vzduchu i ve vodě rozkládají (stabilní jsou pouze v inertních atmosférách a proto nemají velký význam).Nikl je ve sloučeninách převážně dvojmocný, málokdy trojmocný nebo čtyřmocný( i v kyslíkatých i bezkyslíkatých) - Od tohoto mocenství se odvozují zejména všechny jednoduché anorganické nikelnaté soli,které jsou v hydratované podobě zelené krystalické látky dobře rozpustné ve vodě, v bezvodém stavu jsou obvykle jinak zbarveny. Výjimkou je špatně rozpustný uhličitan nikelnatý -  NiCO3 a černý silně nerozpustný sulfid nikelnatý-  NiS. Ni2+ tvoří soli prakticky se všemi anionty a ve vodném roztoku existuje v podobě zeleně zbarveného kationtu [Ni(H2O)6]2+ (NiSO4, NiCO3, Ni(NO3)2, Ni(CN)2 atd.)

**Halogenidy:**

**-NiF2, NiCl2, NiBr2 (žlutý), NiI2 (černý)**

-halogenidy se dají s vyjímkou NiF2 připravit přímou syntézou z prvků

-rozpouštějí se ve vodě na roztoky a z nich krystalují v podobě hexahydrátů obsahujících kation [Ni(H2O)6]2+

-jejich roztoky se získávají jednodušeji rozpouštěním Ni(OH)2  v příslušné kyselině

**-NiF2**   - v bezvodém stavu světle hnědý až zelený prášek, v hydratované podobě bledě zelený prášek, velmi málo rozpustný ve vodě a nerozpustný v lihu a etheru. V roztoku tvoří podvojné soli. Získává se působením F2 na NiCl2 při teplotě 350 °C. Je jediným ve vodě málo rozpustným halogenidem nikelnatým, který navíc z roztoku krystalizuje jako trihydrát.  Připravuje se také zahříváním podvojného fluoridu nikelnato-amonného nebo rozpouštěním hydroxidu nikelnatého v kyselině fluorovodíkové.

**-NiCl2**- v bezvodém stavu zlatožlutá krystalická látka, v hydratované podobě je to zelená krystalická látka, dobře rozpustná ve vodě a lihu(NiCl2 6 H2O). S alkalickými chloridy tvoří v roztoku podvojné sloučeniny. Působením fluoru na roztok chloridu nikelnatého a chloridu draselného lze připravit sloučeniny K3[NiIIIF6] a K2[NiIVF6]. Připravuje se spalováním niklu v proudu chloru

 *chlorid nikelnatý*

- **NiBr2 aNiI2**  -jsou velmi podobné chloridu. Stejně jako on krystalují z vodného roztoku obvykle jako hexahydráty( bromidu jsou kromě toho známy trihydrát a enneahydrát,existují také podvojné bromidy) .

* **Kyanid nikelnatý** – Ni (CN)2 - je v bezvodém stavu hnědožlutý prášek, v hydratovaném stavu jablkově zelená práškovitá látka, nerozpustná ve vodě. V roztoku tvoří komplexní sloučeniny kyanonikelnatano. Kyanid nikelnatý se připravuje srážením nikelnaté soli roztokem soli alkalického kyanidu. Čerstvě sražený kyanid nikelnatý se rozpouští v nadbytku roztoku alkalického kyanidu na zlatožlutý roztok, z něhož se dají odpařením získat podvojné soli (kyanonikelnatany), dlouhé, žluté šestiboké hranolky (mírným zahříváním odštěpují vodu). Silnými kyselinami se kyanonikelnatany rozkládají a vylučuje se Ni(CN)2.
* **Rhodanid nikelnatý** – Ni( SCN)2 - rozpouštěním uhličitanu nikelnatého v kyselině rhodanovodíkové nebo reakcí síranu nikelnatého s rhodanidem barnatým se získá*rhodanid nikelnatý* Ni(SCN)2 (většinou s malým obsahem vody) jako žlutohnědá sraženina, dosti rozpustná ve vodě na zelený roztok. Odpařováním roztoků, které obsahují alkalické nebo jiné podobné kyanidy,se dají získat dobře krystalující rhodanidy podvojné -> rhodanonikelnatany
* **Sulfid nikelnatý –** černý prášek, ve vodě a v hydroxidech nerozpustný,  v čerstvém stavu rozpustný v kyselinách, po odstátí nerozpustný, v přírodě se vyskytuje jako millerit (viz výše). Připravuje se srážením roztoků nikelnatých solí alkalickým sulfidem.

Ni2+ + (NH) 2S -----> NiS + 2NH4+

**Arsenidy a antimonidy:**

* NiAs a NiAs2 – arsenidy, výskyt v přírodě jako minerál
* NiSb – antimond, výskyt v přírodě jako minerál

**Komplexní sloučeniny:** blíže viz. kyslíkaté sloučeniny

**NiIII  - K3[NiF6]** - fialová krystalická látka, která oxiduje vodu za vývoje kyslíku

**NiIV - K2[NiF6] -** silné oxidační účinky, z vody uvolňuje kyslík

**8.Kyslíkaté sloučeniny:**

**NiO** – oxid nikelnatý - je nejstabilnější oxid niklu. Jeho barva se může pohybovat od nazelenalé přes šedou až po černou v závislosti na vzniku, zejména rychlosti a prudkosti při žíhání. Je nerozpustný ve vodě, ale rozpustný v kyselinách a vodných roztocích amonných solí. Čistý oxid se dá jen obtížně připravit pomocí spalování niklu v atmosféře kyslíku.

2 Ni + O2 ----> 2 NiO

Při této reakci vznikají také vyšší oxidy jako Ni2O3, NiO2 a další nestechiometrické oxidy. Skutečně čistý oxid nikelnatý lze získat zahříváním hydroxidu nikelnatého nebo žíháním uhličitanu, dusičnanu nebo šťavelanu nikelnatého.

Ni(OH)2 ---->NIO +H2O

*NiCO3---> NiO + CO2*

*Ni (NO3)2 ---> NiO + N 2O5*

*2NiC2O4 --->2NiO+ 4CO2*

Vzniká tak nazelenalý oxid se strukturou NaCl, při prudkém žíhání však přechází

v drobné krychlové osmistěny a ztrácí schopnost dobře se rozpouštět v kyselinách. Tato

rekrystalizace oxidu nikelnatého probíhá při teplotě 660 °C. V přírodě se vyskytuje jako

minerál bunsenit viz obrázek. Využití:barvení skla a keramiky,  výroba kouřových skel a někdy jako katalyzátor.

*minerál bunsenit*  *připravený NiO*

**Ni (OH)2** - Hydroxid nikelnatý - Hydroxid nikelnatý jako jablkově zelená sloučenina je dobře rozpustný v kyselinách a

ve vodných roztocích amoniaku a amonných solích. Připravuje se reakcí roztoku

nikelnatých solí se silnými alkalickými hydroxidy. Nejdříve vzniká nazelenalý gel,

který při delším stání krystalizuje. Reakce probíhá dle rovnice:

*Ni+2* 2 *NaOH* *Ni*(*OH*)2 2 *Na* +

Při žíhání hydroxidu dochází již při 230 °C k rozkladu, ale uvolněná voda je stále

vázána, a tak se čistý oxid získá až při vyšší teplotě.

*Ni (OH)2 --->NiO + H2O*

**Ni2O3**  - Oxid niklitý - šedý až černý prášek, nerozpustný ve vodě, rozpustný v kyselinách. V kyselině chlorovodíkové se rozpouští za vývoje chloru a vzniku nikelnaté soli, v kyslíkatých kyselinách se rozpouští za vzniku kyslíku a nikelnaté soli. Oxid niklitý se připravuje opatrnou oxidací uhličitan nikelnatého nebo dusičnanu nikelnatého za teploty 300 °C.

**Soli:**

**Ni(NO3)2** – dusičnan nikelnatý je v hydratovaném stavu smaragdově zelená krystalická látka, velmi dobře rozpustná ve vodě. Využívá se v keramickém průmyslu k barvení na hnědo. Připravuje se rozpouštěním hydroxidu nikelnatého nebo uhličitanu nikelnatého v kyselině dusičné.

**Ni(NO2)2** – dusitan nikelnatý je v hydratovaném stavu červenožlutá krystalická látka, ve vodě rozpustná na zelený roztok. V roztoku tvoří komplexní sloučeniny nitronikelnatany. Připravuje se reakcí dusitanu barnatého se síranem nikelnatým.

**NiSO4** - síran nikelnatý je zelená krystalická látka (hydráty jsou zelené) velmi dobře rozpustná ve vodě, metanolu a etanolu, která se vyskytuje v několika krystalových modifikacích podle množství krystalové vody. Připravuje se rozpouštěním NiO, Ni(OH)2 nebo NiCO3 ve zředěné kyselině sírové. Tyto reakce probíhají podle rovnic.

NiO SO4---> NiSO4 H2O

i(SO4 i SO4 

NiCO3 SO4---->NiSO4 CO2

Krystalizuje-li síran s roztoky síranů alkalických kovů nebo síranu amonného, tak vznikají podvojné soli. Z těchto podvojných solí(tzv . schönity) má velký význam modrozelený(NH4)2Ni(SO4)2·6H2O, který se používá pro galvanické niklování kovů. V přírodě se síran nikelnatý vyskytuje jako minerál morenosit. V hydratované podobě hexahydrátu se vylučuje ve dvou modifikacích, první je stálá mezi 31,5 °C a 53,3 °C a má modrozelenou barvu a druhá je stálá nad 53,3 °C a má zelenou barvu. Za obyčejné teploty krystaluje heptahydrát v smaragdově zelených krystalech a označuje se jako nikelnatá skalice – NiSO4 . 7 H2O(vzniká rozpouštěním niklu ve zředěné kyselině sírové).

 *minerál morenosit* *připravený heptahydrát síranu nikelnatého*

**NiCO3** – uhličitan nikelnatý - Uhličitan nikelnatý se vyskytuje jako světle zelená jemně krystalická látka, která je velmi málo rozpustná ve vodě. V závislosti na teplotě sušení se dá připravit i jako hexahydrát. Vylučuje se z roztoků nikelnatých solí přidáním roztoku

hydrogenuhličitanů alkalických kovů. V následující rovnici je tato reakce uvedena

u sloučeniny síranu nikelnatého.

*NiSO* *NaHCO* *NiCO* *NaHSO4*

Jestliže se roztok nikelnaté soli sráží roztokem uhličitanu alkalického kovu, tak namísto

čistého uhličitanu nikelnatého vzniká zásaditý uhličitan o nestechiometrickém

uspořádání:

*aNiCO3*  *bNi (OH)2* *cH2O*

Pokud se použije na přípravu hydrogenuhličitan amonný nebo pokud bude produkt

krystalizovat s jinými uhličitany, tak budou vznikat různé podvojné soli. Uhličitan nikelnatý se používá pro přípravu barev a jako výchozí surovina pro výrobu

jiných nikelnatých sloučenin.

 *uhličitan nikelnatý*

**Organické sloučeniny**

**NiC2O4**– Šťavelan nikelnatý - Šťavelan nikelnatý tvoří v roztoku nazelenalé až namodralé vločky. Ve vodě je tato sloučenina nerozpustná, ale rozpouští se v roztocích silných kyselin a

v roztoku amoniaku, kde se tvoří komplexní kationy s amoniakem jako ligandem.

Dále je také rozpustný ve vroucím roztoku šťavelanu draselného, ze kterého krystalizuje

jako podvojná sůl. Šťavelan nikelnatý se připravuje reakcí roztoku kyseliny šťavelové

s hydroxidem, oxidem nikelnatým nebo některými nikelnatými solemi.

*H2C2O4 + NiO ---> NiC2O4 + H2O*

*H2C2O4 + Ni (OH)2 ---> NiC2O4 + 2H2O*

*H2C2O4 + NiCO3---> NiC2O4 + H2O + CO2*

Pokud je šťavelan dostatečně dlouho sušen při teplotě 100 °C, tak se získá

jeho stechiometrické složení s krystalickou vodou, a to NiC2O4·2H2O.

**Ni(CH3COO)2** – Octan nikelnatý - je jablkově zelená krystalická látka, dobře rozpustná ve vodě, ale nerozpustná v lihu. Vodný roztok má sladkou chuť. Připravuje se rozpouštěním hydroxidu nikelnatého v chladné kyselině octové.

**Komplexní sloučeniny:**

Nikl tvoří velké množství komplexů, ale strukturně se jedná o dva typy, a to oktaedrické

a čtvercové uspořádání. Oktaedrické uspořádání má komplex obsažený ve většině

vodných roztoků nikelnatých solí [Ni(H2O)6]2+ nazývaný kationt hexaaquanikelnatý.

Tento komplexní kationt způsobuje zabarvení roztoků do zelené barvy. V tomto kationu

se mohou změnit ligandy a vzniknout tak jiné komplexní sloučeniny

s oktaedrickým uspořádáním. K tomu dochází u roztoku amoniaku popřípadě

amonných solí, kdy molekulu vody nahradí molekula amoniaku, a díky této změně

nastávají dvě události. Tou první je změna barevného vnímání ze zelené na modrou a

ta druhá je způsobení rozpustnosti sloučenin niklu v roztocích amoniaku a

amonných solí.

Dalším druhem komplexních sloučenin jsou sloučeniny s čtvercovou strukturou. Z této

kategorie je pravděpodobně nejvýznamnějším zástupcem chelát, sloužící pro

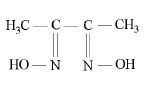
gravimetrické stanovení obsahu niklu. Jedná se o sloučeninu vzniklou z nikelnaté soli a

látky 2,3-butan-2,3-dien dioximu (jinými názvy Čugajevovo činidlo, diacetyldioxim nebo dimethylglyoxim) mající červenou barvu. Tento chelát tvoří v zásaditém prostředí

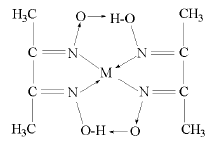
stálou sraženinu, která se dá vysušit do přesného složení, a to je základ gravimetrického

stanovení niklu.

molekula 2,3-butan-2,3-dien dioximu



Molekula chelátu niklu s Čugajevovým činidlem



**9. Poznámky a zajímavosti:**

**Využití:**

* **Ve slitinách -** Díky své velmi dobré odolnosti proti atmosférické korozi, která je dána tvorbou kompaktní pasivní ochranné vrstvy, se nikl používá k pokovování. Také se používá v mnoha kovových slitinách. Podle způsobu využití se jedná o tři typy slitin

1) Prvním typem jsou *konstrukční slitiny*, kam patří především monely - jako slitina niklu

s asi 30 % mědi a eventuálně dalšími přísadami. Monely vynikají především zvýšenou

odolností proti neoxidujícím kyselinám. Další slitinou odolnou proti kyselinám je slitina

niklu s molybdenem známá jako Hastelloy. Slitiny niklu s křemíkem nebo hliníkem

zase naopak vynikají velkou pevností. Nikl se také používá k ***legování železa***, kde je

nejdůležitější takzvaná ***nerezová ocel*** - slitina železa, chromu a niklu,

která oplývá velmi dobrou odolností proti korozi.

2) Další slitiny mají *zvláštní fyzikální vlastnosti*. Jedná se především o termočlánky

založené na existenci tzv. Seebeckova jevu (jsou-li spojeny dva různé kovy, tak na

jejich koncích vzniká elektromotorické napětí, které se mění v závislosti na teplotě). Pro

tyto účely se používá slitina niklu s 11 % chrómu. Další využití spočívá v odporových

slitinách, kde se k niklu přidává až 23 % chrómu.

3) Posledním typem *slitin jsou žáropevné a žáruvzdorné*. Prakticky výhradně se používají

pro výrobu oběžných kol a lopatek plynových turbín. Chemicky se jedná o složité

slitiny s chrómem, kobaltem, wolframem, hliníkem, titanem a dalšími prvky.

Nikl patří již dlouhou dobu mezi tzv*.****mincovní kovy***, používané k ražení mincí, obvykle ve slitinách s mědí. V Československu se z těchto slitin razily především mince o nominální hodnotě 1, 2 a 5 Kčs. V současné ČR jsou mince 1, 2 a 5 Kč pouze niklem povrchově upravené (ražené z oceli, povrchová vrstva niklová).  V Evropské unii se tento fakt týká mincí s nominální hodnotou 1 a 2 eura. Tyto mince se vyrábí ze slitiny, která se nazývá *nové stříbro* neboli *argentan* či nejčastěji alpaka. Alpaka obsahuje 10–20 % niklu, 40–70 % mědi a 5–40 % zinku. Slitina je stříbrobílá, chemicky odolná a dá se dobře leštit.

 *Mince ze slitiny niklu*

Významné místo patří slitinám niklu ve ***výrobě šperků.*** V současné době poměrně populární **bílé zlato** je obvykle právě slitinou zlata, niklu, mědi a zinku. Nevýhodou těchto materiálů je skutečnost, že řada lidí trpí alergií na slitiny niklu a nemůže šperky z těchto slitin dlouhodobě nosit(viz. níže – toxicita zinku).

**Nejdůležitější slitiny - souhrn:**

alpaka, pakfong, argentan (60 %Cu + Zn + Ni) – výroba mincí, viz. výše  
nikelin (57 % Cu, 20 % Zn, 23% Ni) - velký konstantní  elektrický odpor  
konstantan (60 % Cu, 40 % Ni) -  také velký elektrický odpor  
manganin (4 % niklu, 12 % manganu a 84 % chromu) - zhotovování přesných elektrických odporů  
nichrom = chromnikl (14 % Cr, 25 % Fe, 61 % Ni) - vinutí elektrických pecí  
Monelův kov (28 % Cu, 67 % Ni, 5 % Fe) – viz.výše, konstrukční slitiny ( výroba lodních šroubů, ale i kuchyňského vybavení))  
Rübelův bronz (Cu, Ni, Al)

 Alnico – ( Fe, Co, Ni,Al, Cu) - výroba velmi silných permanentních magnetů

* **Antikorozní ochrana** - Díky poměrně velmi dobré stálosti kovového niklu vůči atmosférickým vlivům i vodě. Niklování slouží především k pokovování drobných ocelových předmětů. U ostatních kovů je někdy zapotřebí nejdříve pokovovat kov mědí a následně až niklem.Vzniklá ochranná vrstva dobře odolává atmosférické korozi a vodním roztokům při neutrální až alkalickém prostředí. Popřípadě se poniklování provádí za okrasným účelem, protože nikl má velmi lesklý povrch. K pokovování je možné použít dva způsoby. První je galvanické pokovování v roztocích nikelnatých solí (nejčastěji síran a chlorid nikelnatý) nebo je druhou možností bezproudové pokovování v roztoku nikelnaté soli a redukčního činidla.
* **Výroba galvanických článků** - Galvanické články založené na sloučeninách niklu a kadmia patří mezi důležitý a velmi často používaný typ baterií. V článcích probíhají tyto dva děje:

Anodová část *Cd* 2 *OH - --->**Cd*(*OH*)2 2 *e-*

Katodová část *NiO2* *H2*0 2 *e -* *Ni*(*OH*)2 2 *OH-*

Velkou výhodou tohoto typu baterií je jejich možnost opakovaně je nabíjet

* ***Katalyzátory -*** Nikl jako čistý kov se využívá ve formě prášku pro hydrogenaci tuků. Speciálně upravený nikl pro hydrogenace se nazývá Raneyův nikl. Další způsob využití niklu jako katalyzátoru je ve formě oxidů pro další hydrogenační využití, často pro hydrogenační odsiřování. Využití také v potravinářství k **výrobě ztužených tuků z rostlinných olejů.**

**Toxické účinky**

Nikl patří mezi několik málo prvků, jejichž vliv na zdravotní stav lidského organizmu je jednoznačně **negativní**. Tento fakt se zdá být kuriózní např. i proto, že je chemicky velmi podobný kobaltu, jenž je naopak nezbytnou součástí potravy a má důležitou roli pro správný vývoj a zdravotní stav lidského organizmu. Nikl a jeho sloučeniny patří mezi významné kožní alergeny, řada jeho sloučenin (NiO, Ni2O3, NiO2, NiS, Ni2S3) je zařazena mezi **karcinogeny kategorie 1.** Mezi nejjedovatější sloučeniny niklu patří tetrakarbonyl Ni(CO)4, který se vyrábí Mundovým způsobem. Při velkých anebo pravidelně zvýšených dávkách niklu se silně zvyšuje **riziko vzniku rakoviny** a nikl je dnes řazen i mezi **teratogeny**, tedy látky schopné negativním způsobem ovlivnit vývoj lidského plodu. Ohrožení takovými dávkami niklu však hrozí pouze pracovníkům metalurgických provozů, které se zabývají zpracováním tohoto kovu a nedodržují základní pravidla bezpečnosti práce.

Akutní otrava niklem se projevuje zejména poškozením zažívacího traktu a centrální nervové soustavy. Chronická otrava niklem se projevuje především onemocněním pokožky - niklový svrab a alergiemi, v nejtěžších případech až rakovinu plic, nosní přepážky nebo hltanu.

**Biologické zastoupení**

I když je nikl toxický, je obsažen ve stopových množstvích v živých organismech,

ale není přesně určena jeho biologická funkce. Velkým příjmem niklu do těla je kouření, protože z jedné cigarety přejde dotěla asi 1,1 až 3,1 μg niklu.

**10. Zdroje:**

www.odmaturuj.cz/chemie/nikl/

www.komentovaneudalosti.cz/psp/Nikl/Nikl.html

http://www.vutbr.cz/www\_base/zav\_prace\_soubor\_verejne.php?file\_id=36503

http://cs.wikipedia.org/wiki/Nikl

http://www.eurochem.cz/polavolt/anorg/systemat/ni/remy.htm

http://chemie.gfxs.cz/index.php?pg=prvek&prvek\_id=28

http://www.prvky.com/28.html

učebnice Chemie obecná a anorganická, nakladatelství Olomouc