

Chemické prvky

Autor: Mgr. Jaromír JUŘEK

Kopírování a jakékoliv další využití výukového materiálu je povoleno pouze s uvedením odkazu na www.jarjurek.cz.

1. Chemické prvky

Chemické prvky

Ze 116 doposud objevených prvků se jich 92 vyskytuje v přírodě (přírozené prvky), ostatní byly připraveny uměle. Z přírozených prvků je za běžných podmínek 11 prvků plyných (H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 a vzácné plyny), dva kapalné (Br_2 , Hg) a ostatní jsou pevné látky, převážně kovy.

Prvky můžeme obecně rozdělit podle jejich některých důležitých vlastností na nekovy, kovy a polokovy.

Nekovy (např. vodík, kyslík, dusík, halogeny) nemají kovový vzhled, nevedou teplo, a až na výjimky (např. uhlík) nevedou elektrický proud. Patří mezi ně kyselinotvorné prvky, z jejichž oxidů se odvozují kyseliny (např. dusík, fosfor, síra a uhlík).

Kovy mají dobrou tepelnou i elektrickou vodivost a kovový lesk. Jsou neprůhledné, většinou kujné a tažné (dají se dobře opracovávat), mohou tvořit slitiny (např. Fe , Al , Cu , Pb , Ag , Au). Mezi kovy patří většina chemických prvků, i když pro všechny kovy nemusí platit uvedené vlastnosti v plném rozsahu.

Polokovy mají některé vlastnosti kovů a některé vlastnosti nekovů. Nejsou kujné, ale většinou křehké, mají velice malou elektrickou vodivost (např. germanium, křemík). V tabulce periodického systému prvků tvoří přibližnou hranici mezi kovy a nekovy.

Prvky jsou na Zemi zastoupeny většinou ve sloučeninách, kterých je již známo kolem 20 milionů. Jejich zastoupení na Zemi (v atmosféře, hydrosféře a přístupné části zemské kůry) uvádí tabulka.

Hmotnostní zlomky atomů některých prvků v zemské kůře (litosféře)

Prvek	O	Si	Al	Fe	Ca	Na	K	Mg	Ostatní
w (%)	49,4	25,8	7,5	4,7	3,4	2,6	2,4	1,9	2,3

Základní úlohy:

- Zkuste vyjmenovat alespoň 5 prvků, které byly známy již ve starověku.
- Ve kterém období začali lidé používat slitinu mědi a cínu?
 - již 2. tisíciletí př. n. l.
 - ve 2. století př. n. l.
 - za vlády Karla IV.
 - těsně po bitvě na Bílé hoře
- Vyberte správnou odpověď. Kyslík a dusík se v atmosféře neoddělí, protože
 - mají úplně stejnou hustotu,
 - jejich molekuly se neustále pohybují a vytvářejí stejnorodou směs,
 - jsou to bezbarvé plynné látky,
 - mají odlišnou teplotu varu.
- K dezinfekci okolí ran na lidském těle se často používala a doposud používá jodová tinktura (roztok jodu v ethanolu). Vyberte důvod, proč jodová tinktura nemá přijít do otevřené rány a může se použít jen k ošetření jejího okolí. Jod
 - zbarvuje pokožku,
 - patří mezi zdraví škodlivé látky,
 - podporuje krvácení,
 - způsobuje vznik velké jizvy.
- Při žaludečních a střevních potížích se užívá aktivní uhlí pod názvem Carbosorb. Jak vysvětlíte jeho zdravotní účinky?

Rozšiřující úlohy:

1. Z uvedených dvojic prvků přiřaďte správně ty, jejichž hmotnostní zlomek je největší
 - a) na Slunci,
 - b) v zemské kůře,
 - c) v atmosféře,
 - d) v přírodních látkách.(O, Si), (N, O), (H, He), (C, O)
2. Vysvětlete, proč
 - a) je volný vodík na Zemi vzácný,
 - b) ve vesmíru, kde se vyskytuje vodík ve značném množství, nedochází k jeho výbuchu.
3. Vyberte vlastnost vodíku, která umožňuje jeho použití k plnění balonků a meteorologických balonů.
 - A. bezbarvý plyn
 - B. hořlavá látka
 - C. látka s nejmenší hustotou
 - D. plyn složený z dvouatomových molekul

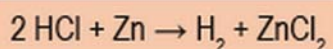
 **2. Vodík****Vodík**

Vodík tvoří dvouatomové molekuly H_2 . Má nejmenší hustotu ze všech plynů. Dopravuje se v ocelových nádobách, které jsou označeny červenou barvou.

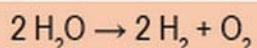
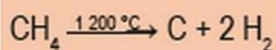
Z celkového množství vyrobeného vodíku se asi 80 % spotřebuje k výrobě amoniaku NH_3 . Dále se vodík používá k výrobě methanolu, chlorovodíku, ztužených tuků a jiných významných sloučenin. Kapalný vodík se používá jako raketové palivo.

Vodík je zřejmě i plynem "energetické budoucnosti". Při jeho reakci s kyslíkem se uvolňuje velké teplo a vzniká voda, která nezatěžuje životní prostředí. Jeho dosud malé využití v energetice je způsobeno jeho výbušností ve směsi se vzduchem a samozřejmě i s kyslíkem.

Ve vesmíru je vodík přítomen v mezihvězdném prostoru, ve hvězdách i v mlhovinách. Sluneční záření dopadající na naši planetu je rovněž spojeno s vodíkem. Ve žhavém nitru Slunce se spojují jádra atomů vodíku a uvolňuje se přitom velké množství energie. Na Zemi se volný vodík vyskytuje vzácně, např. v sopečných plynech a v zemním plynu. Vodík je však vázaný ve velkém množství sloučenin, zejména v organických sloučeninách, ve vodě, v kyselinách, v hydroxidech. Ze tří možných izotopů vodíku se na Zemi vyskytuje převážně izotop $1H$ (99,98 %). V laboratoři se vodík dá připravit např. reakcí kyseliny chlorovodíkové se zinkem.



Průmyslově se vyrábí např. rozkladem methanu nebo elektrolýzou vody.

**Rozšiřující úlohy:**

1. Vysvětlete, proč
 - a) je volný vodík na Zemi vzácný,
 - b) ve vesmíru, kde se vyskytuje vodík ve značném množství, nedochází k jeho výbuchu.
2. Vyberte vlastnost vodíku, která umožňuje jeho použití k plnění balonků a meteorologických balonů.
 - A. bezbarvý plyn
 - B. hořlavá látka

- C. látka s nejmenší hustotou
- D. plyn složený z dvouatomových molekul

3. Kyslík

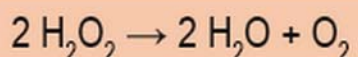
Kyslík

Kyslík se vyskytuje volný i vázaný a je nejrozšířenějším prvkem v zemské kůře - litosféře (téměř 50 %). Dále je součástí atmosféry (21 %) a hydrosféry (89 %). V běžných podmínkách je kyslík jako prvek znám ve dvou formách: jako dvouatomové molekuly O₂, obvykle nazývaný jen kyslík, a jako tříatomové molekuly O₃, nazývaný ozon. V atmosféře se kyslík vyskytuje v obou formách. Ozon tvoří ve vyšších vrstvách atmosféry ochrannou ozonovou vrstvu, která chrání život na Zemi před velkými dávkami nebezpečného ultrafialového záření vysílaného Sluncem.

Důležitá forma kyslíku – **ozon** O₃ je v ozonové vrstvě ve stratosféře narušována např. freony. Jejich výroba a užívání se na celé Zemi díky mezinárodní úmluvě (tzv. Montrealskému protokolu z roku 1987) velmi omezila. Ozonovou vrstvu však ničí i další látky (např. sloučeniny bromu produkované mořskými řasami, miniaturní krystalky ledu ve stratosféře, výukové plyny letadel).

S výjimkou některých vzácných plynů tvoří kyslík sloučeniny téměř se všemi prvky (obsahují ho oxidy, kyslíkaté kyseliny, anorganické soli a různé organické sloučeniny).

V laboratoři se kyslík bezpečně připravuje z peroxidu vodíku, za přidání oxidu manganického:



Pokus - příprava a důkaz kyslíku

- a) Sestavíme aparaturu složenou z dělicí nálevky, jejíž stopka prochází zátkou do destilační baňky. Na boční vývod baňky je připojena trubička, která zasahuje ke dnu laboratorního válce. Do válce se vzduchem vložíme žhnoucí třísku, ale nepozorujeme žádnou změnu.
- b) Z dělicí nálevky povolna přikapáváme 5% roztok peroxidu vodíku na pevný oxid manganický. Pozorujeme, že se vyvíjí plyn – kyslík. Děj necháme několik minut probíhat. Pokud opět vložíme do válce žhavou třísku a ta vzplane, dokázali jsme, že válec byl již kyslíkem naplněn.

Průmyslově se kyslík vyrábí destilací zkapalněného vzduchu, získává se též elektrolýzou vody. Dodává se v ocelových tlakových lahvích označených modrou barvou.

Kyslík je nezbytný k dýchání organismů. Používá se v hutnictví (při výrobě železa a oceli), ke sváření a řezání kovů, ve sklářství, lékařství, letectví, apod. Kapalný kyslík se používá též jako součást raketového paliva.

Základní úloha:

Vyberte správnou odpověď. Kyslík a dusík se v atmosféře neoddělí, protože

- A. mají úplně stejnou hustotu,
- B. jejich molekuly se neustále pohybují a vytvářejí stejnorodou směs,
- C. jsou to bezbarvé plynné látky,
- D. mají odlišnou teplotu varu.

4. Halogeny

Halogeny

Mezi halogeny patří chemické prvky fluor (F), chlor (Cl), brom (Br) a jod (I).

Fluor a chlor jsou v běžných podmínkách zelenožluté plyny, brom je hnědočervená kapalina, jod je šedočerná pevná látka.

Nebezpečnost halogenů je patrná z následující tabulky:

Halogen	fluor	chlor	brom	jod
Výstražné symboly	 YVSOCE TOXICKY ZIRAVY	 TOXICKY NEBEZPEČNÉ PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	 YVSOCE TOXICKY ZIRAVY NEBEZPEČNÉ PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	 ZDRAVÍ ŠKODLIVÝ NEBEZPEČNÉ PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Halogeny jsou typické nekovy a mají mnoho podobných vlastností. Jsou velice reaktivní, a proto se v přírodě vyskytují jen ve sloučeninách.

Nejrozsáhlejší použití má chlor. Získává se při elektrolyze vodného roztoku chloridu sodného a používá se k dezinfekci vody, k výrobě mnoha důležitých látek, například chlorovodíku a plastů.

Brom a jod se používají při výrobě barviv, léčiv, apod. Jod je součástí jodové tinktury, užívané k dezinfekci pokožky v okolí zranění. Sloučeniny bromu jsou součástí léků proti kašli.

Pokus

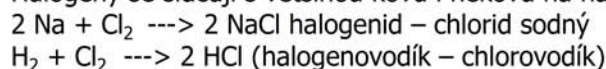
Vznik bromu a jodu

Baňka v levé části zobrazuje výsledky pokusu, kdy do větší baňky se směsí bromidu draselného (2 g) a oxidu manganičitého (1 g) přilijeme koncentrovanou kyselinu sírovou (3 cm³). Baňku uzavřeme smotkem vaty navlhčené nasyceným roztokem sody. Proti bílému pozadí pozorujeme, že se baňka postupně plní hnědými parami bromu. Baňka v pravé části zobrazuje výsledky pokusu, kdy do baňky se směsí jodidu draselného (2 g) a oxidu manganičitého (1 g) přilijeme koncentrovanou kyselinu sírovou (3 cm³). Baňku uzavřeme smotkem vaty navlhčené nasyceným roztokem sody. Proti bílému pozadí pozorujeme, že se baňka plní fialovými parami jodu. Část par se usazuje na stěnách baňky a vytváří fialočerné krystalky. Do baňky s jodem vložíme filtrační papír navlhčený roztokem škrobu. Jod se škrobem vytváří na papíru modrou sloučeninu. Tohoto jevu se využívá k důkazu jodu.



Atomy všech halogenů mají ve vnější vrstvě sedm elektronů, proto jsou v 17. skupině periodické soustavy. To způsobuje jejich podobné vlastnosti – například, že snadno vytvářejí anionty (fluoridový F⁻, chloridový Cl⁻, bromidový Br⁻, jodidový I⁻).

Halogeny se slučují s většinou kovů i nekovů na halogenidy, s vodíkem vznikají halogenovodíky, např.:



Základní úloha:

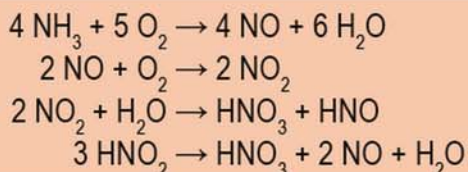
K dezinfekci okolí ran na lidském těle se často používala a doposud používá jodová tinktura (roztok jodu v ethanolu). Vyberte důvod, proč jodová tinktura nemá přijít do otevřené rány a může se použít jen k ošetření jejího okolí. Jod

- A zbarvuje pokožku,
- B patří mezi zdraví škodlivé látky,
- C podporuje krvácení,
- D způsobuje vznik veliké jizvy.

5. Dusík, fosfor, uhlík

Dusík

Dusík N_2 je bezbarvá plynná látka, hlavní složka vzduchu (78 % objemu). Získává se destilací kapalného vzduchu a přepravuje se v ocelových lahvích označených zelenou barvou. Dusík je mimořádně stálý (s většinou látek reaguje až při vysoké teplotě). Používá se proto k vytváření netečného ochranného prostředí (např. při svaření). V chemickém průmyslu je základní surovinou pro výrobu amoniaku. Amoniak je pak surovinou pro výrobu kyseliny dusičné, dusíkatých hnojiv, výbušnin a mnoha dalších látek.



Příklady průmyslových hnojiv:



Fosfor

Fosfor se v přírodě vyskytuje vázaný ve sloučeninách. Existuje však i v uměle připravených formách, zejména jako fosfor bílý a červený.

Bílý fosfor je vysoce toxická, velmi reaktivní a samozápalná pevná látka. Uchovává se pod vodou. Používá se např. k výrobě signalizační munice, zápalných prostředků, některých farmaceutických přípravků a kyseliny fosforečné.



Červený fosfor není samozápalný ani toxický a je méně reaktivní než bílý. Používá se k výrobě zápalek (spolu se skelným prachem a oxidem manganickým je na škrťátku).



Uhlík

Uhlík je pevná látka, která se v přírodě vyskytuje jako diamant a grafit (tuha). Je obsažen ve všech druzích uhlí, v uhličitanech a vázaný ve všech organických sloučeninách.

Čiré **diamanty** (asi 5 % těžných diamantů) se brousí a používají se šperkařství pod názvem brilianty. Hmotnost diamantů se vyjadřuje v karátech (1 karát = 0,205 g). Ostatní přírodní a syntetické diamanty se pro svou tvrdost používají k vrtání a broušení.

Technický a čirý diamant:



Grafit se používá k výrobě elektrod, tavicích kelímků, tužek, slouží jako mazadlo ložisek. Dříve se používal v jaderných reaktorech.

K uměle vyrobeným formám uhlíku patří např. saze, aktivní uhlí, koks a fullereny. **Saze** se uplatňují při výrobě pryže na pneumatiky a při výrobě plastů.

Aktivní uhlí má velký povrch a je schopno zachycovat (adsorbovat) barviva, jedovaté plyny a páry. Používá se k pohlcování plyných látek (např. do filtrů ochranných masek), v cukrovarech při čištění cukerné šťávy nebo jako tzv. živočišné uhlí v lékařství k odstraňování škodlivých látek z trávicího ústrojí.

Koks se používá např. při výrobě surového železa ve vysoké peci.

Fulleren je nově objevená forma uhlíku. Jeho využití je stále ve fázi výzkumu. Bude zřejmě využíván např. v elektrotechnice (supravodivé materiály), k výrobě tranzistorů nepatrných rozměrů, moderních odolných materiálů a tkanin, jako nosič léčiv a nosič vodíku - raketového paliva.

Základní úloha:

Při žaludečních a střevních potížích se užívá aktivní uhlí pod názvem Carbosorb. Jak vysvětlíte jeho zdravotní účinky?

6. Síra

Síra

Síra (chemická značka S, latinsky Sulphur) je nekovový chemický prvek žluté barvy, poměrně hojně zastoupený v přírodě. Patří do skupiny chalkogenů.

Rychlým ochlazením par síry vzniká sirný květ.

Síra taje při teplotě 114 °C za vzniku žluté průhledné kapaliny, kapalné síry. Při zvýšení teploty nad 160 °C kapalina hnědne, stává se viskóznější a při teplotě 444,5 °C vře a uvolňuje oranžové páry, které jsou tvořeny z osmi- a šestiatomových molekul, které se s rostoucí teplotou rozpadají na čtyř- a dvouatomové a při teplotě 860 °C existují v parách z větší části dvouatomové molekuly, samostatné atomy se vyskytují až při teplotě 2 000 °C.

Síra je poměrně reaktivní prvek; přímo se slučuje se všemi prvky kromě vzácných plynů, dusíku, telluru, jodu, iridia, platiny a zlata. Při teplotě 120 °C velmi pomalu reaguje s vodíkem, v atmosféře plynného fluoru se vznítí za vzniku SF₆, reakce s dalšími halogeny probíhá při normální teplotě klidně. S čistým kyslíkem síra za normální teploty nereaguje, stejně jako s dusíkem. Ostatní nekovy reagují se sírou až za zvýšené teploty. Přechodné prvky, lanthanoidy a aktinoidy reagují se sírou živě za vzniku podvojných sulfidů.

Síra hoří na vzduchu modrým plamenem za vzniku oxidu siřičitého SO₂ a v malém množství i oxidu sírového SO₃. Síra tvoří přibližně 0,03 - 0,09 % zemské kůry, v mořské vodě se její koncentrace pohybuje kolem 900 mg/l. Ve vesmíru připadá jeden atom síry přibližně na 60 000 atomů vodíku.

Jako čistý prvek se vyskytuje především v oblastech s bohatou vulkanickou činností nebo v okolí horkých minerálních pramenů. Hlavní oblasti těžby síry jsou Polsko, Povolží, Kazachstán a USA.

Velmi významný je výskyt síry v různých rudách na bázi sulfidů. K nejznámějším patří sulfid zinečnatý – sfalerit, disulfid železnatý – pyrit, sulfid olovnatý - galenit, sulfid rtuťnatý – cinabarit (rumělka) a chalkopyrit – směsný sulfid mědi a železa. Nejznámějším minerálem na bázi síranů je sádrovec – dihydrát síranu vápenatého.

Síra se v poměrně značném množství vyskytuje i v horninách organického původu – v uhlí a ropě.

V atmosféře je síra přítomna ve formě svých oxidů, především siřičitého, ale i sírového. Způsobuje to především nekontrolované spalování fosilních paliv s vysokým obsahem síry, ale i vulkanická činnost - při erupci sopek dochází k emisi značných množství sloučenin síry.

Rostliny přijímají síru z půdy ve vodném roztoku jako síranový anion SO₄²⁻.

Síra byla známa již v dávnověku a např. ve starověké Číně sloužila jako jedna ze složek střelného prachu. Jako součást různých výbušnin a zábavní pyrotechniky se síra používá dodnes, i když po vynálezu dynamitu význam těchto směsí značně poklesl. V chemickém průmyslu se elementární síra používá především pro vulkanizaci kaučuku. Množství síry přidané do směsi pak určuje tvrdost získaného produktu. Dále je elementární síra základní surovinou pro výrobu kyseliny sírové. Síra je významnou složkou různých fungicidů, tedy prostředků působících proti růstu hub a plísní. Síření sklepů i sudů pro uchovávání vína či piva efektivně brání množení nežádoucích plísní a mikroorganismů.

Jizerské hory - smrkový les zasažený kyselým deštěm.



Před rokem 1989 představoval oxid siřičitý hlavním problémem kvality ovzduší, především v důsledku masivního spalování uhlí s vysokým obsahem síry. Reakcí s vodní parou obsaženou v atmosféře vznikají kyseliny sírová a siřičitá a sírové, které se podílejí na vzniku kyselých dešťů, jež podílely na zničení smrkových lesů např. Jizerských

a Krušných horách. Mezi lety 1990 až 2006 došlo v České republice k poklesu emisí SO_2 téměř o 90 % v důsledku instalaci účinných odsiřovacích zařízení, většinou za použití alkalických sorbentů (mletý vápenec nebo magnezit). V posledních letech stoupají emise SO_2 z malých zdrojů. V současnosti představují emise oxidů síry problém hlavně v zemích třetího světa jako Čína nebo Indie.

7. Hliník, cín a olovo

Kovy

Kovy jsou houževnaté a kujné, vyznačují se dobrou elektrickou a tepelnou vodivostí. Většina kovů jsou za běžných podmínek pevné látky, rtuť je kapalná.

Hliník

Hliník (chemická značka Al, latinsky Aluminium), je velmi lehký kov bělavě šedé barvy, velmi dobrý vodič elektrického proudu, široce používaný v elektrotechnice a ve formě slitin v leteckém průmyslu a mnoha dalších aplikacích.

Neušlechtilý stříbřitě šedý, nestálý, kujný kov, elektricky velmi dobře vodivý. V přírodě se vyskytuje zejména ve formě sloučenin, nejznámější rudou je bauxit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (dihydrát oxidu hlinitého).

Ve sloučeninách se vyskytuje pouze v mocenství Al^{+3} . V kyselém prostředí jako hlinitý kation, v alkalickém prostředí jako hlinitanový anion $[\text{AlO}_2]^-$. Hliník je v čistém stavu velmi reaktivní, na vzduchu se rychle pokryje tenkou vrstvičkou oxidu Al_2O_3 , která chrání kov před další oxidací.

Hliník byl objeven roku 1825 dánským fyzikem Hansem Christianem Oerstedem.

Hliník je třetím nejvíce zastoupeným prvkem v zemské kůře.

Přestože hliník patří mezi prvky nejvíce zastoupené v zemské kůře, patřila jeho průmyslová výroba do ještě poměrně nedávné doby k velmi obtížným procesům. Je to především z toho důvodu, že elementární hliník nelze jednoduše metalurgicky vyredukovat z jeho rudy jako např. železo koksem ve vysoké peci. Teprve zvládnutí průmyslové elektrolýzy taveniny kovových rud umožnilo současnou mnohasettunovou roční produkci čistého hliníku.

Na území někdejšího Československa probíhala od roku 1953 výroba hliníku ve slovenském Žiaru nad Hronom, kam se převážná většina bauxitu dovážela z Maďarska. Výroba primárního hliníku zde byla ukončena v roce 1998.

Vzhledem k poměrně dobré elektrické vodivosti se kovového hliníku užívá jako materiálu pro elektrické vodiče. Oproti použití mědi má ovšem některé nevýhody. Stářím se šroubované hliníkové spoje uvolňují a špatný kontakt mezi vodiči pak leckdy způsobí požár domu. Navíc hliník časem křehne a může tedy dojít k přerušení elektrického obvodu.

Společně se stříbrem slouží hliník ve formě velmi tenké folie jako záznamové médium v kompaktních discích (CD) ať již pro záznam zvuku nebo jako paměťové médium ve výpočetní technice. Tato vrstva se na plastový podklad obvykle naprašuje tichým elektrickým výbojem ve vakuu.

Octan hlinitý, $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ se používá v lékařství jako účinná látka v mastech proti otokům.

Existuje silné podezření, že případný zvýšený výskyt hliníku v krvi může být příčinou vzniku Alzheimerovy choroby tím, že likviduje mozkové a nervové buňky. Poměrně diskutovaným problémem je riziko používání hliníkového nádobí a příborů při přípravě a konzumaci potravy. Problém nastává, když je například vařený pokrm okyselen octem.

Cín

Cín, chemická značka Sn (lat. Stannum) patří mezi kovy, které jsou známy lidstvu již od starověku především jako součást slitiny zvané bronz. Má velmi nízký bod tání a je dobře kujný a odolný vůči korozi. Nachází využití při

výrobě slitin (bronz, pájky, ložiskový kov), v potravinářství při dlouhodobém uchovávání potravin (pocínování konzerv, cínové fólie) a při výrobě uměleckých předmětů.

Celkově je cín v zemské kůře poměrně vzácným prvkem. Hlavní cínovou rudou je kasiterit neboli cínovec, chemicky oxid cínčitý SnO_2 , který obsahuje 78,62 % cínu. V České republice jsou poměrně bohatá naleziště cínových rud, např. Cínovec, Horní Krupka, Horní Slavkov.



Základní nevýhodou čistého cínu je skutečnost, že je velmi měkký a nehodí se proto k výrobě nástrojů nebo zbraní. Teprve objev slitin cínu s mědí a dalšími kovy umožnil rozkvět starověké metalurgie a přispěl k rychlejšímu vývoji civilizace.

Bronz jako slitina cínu s mědí dala jméno celé epoše lidských dějin – doba bronzová. Vlastnosti bronzu spojují pozitivní vlastnosti obou jeho složek: cín podstatným způsobem zvyšuje pevnost a tvrdost a zároveň má vzniklá slitina nižší bod tání než měď a snáze se proto zpracovává litím.

Bronzy mají mnoho využití i v současné době. O významu, jaký je člověkem bronzu připisován, svědčí např. i to, že za třetí místo v nějaké sportovní disciplíně se uděluje bronzová medaile, hned po zlaté a stříbrné.

Bronz vykazuje velkou odolnost při styku s mořskou vodou a vyrábějí se z něj důležité součásti průmyslových aparatur, které jsou trvale vystaveny jejímu působení (potrubí a ventily pro její rozvod).

Bronz (zvonovina) je dodnes pokládán za nejlepší slitinu pro výrobu zvonů, jsou z něj odlévány různé sochy a kovové plastiky, protože prakticky neomezeně vzdoruje vlivům počasí. Velmi významné a ceněné jsou také čínské bronzové umělecké předměty.

Zvýšením obsahu cínu v bronzu se získá jeho speciální odrůda, slitina nazývaná dělovina. Tato slitina sloužila v raném novověku pro výrobu těžkých palných zbraní a nebylo proto výjimkou, že se kostelní zvonové přetavovaly na děla.



Olovo

Olovo chemická značka: Pb (lat. Plumbum) je těžký toxický kov, který je znám lidstvu již od starověku. Má velmi nízký bod tání a je dobře kujný a odolný vůči korozi.

Kovové olovo velmi dobře pohlcuje rentgenové záření a slouží proto k odstínění zdrojů tohoto záření v chemických a fyzikálních aparaturách a především v lékařství při ochraně obsluhy běžných medicinálních rentgenů. Jeho slitiny s cínem, antimonem nebo stříbrem vykazují výborné vlastnosti při mechanickém spojování kovových předmětů pájením a jako pájky jsou doposud široce používány.

Olovo je v zemské kůře zastoupeno poměrně řídky. Nejběžnějším minerálem a zároveň olověnou rudou je sulfid olovnatý, galenit PbS .

Olovo začali lidé používat již v dávnověku, protože jeho rudy jsou poměrně dobře dostupné. Kdy a kde bylo olovo získáno poprvé není dosud známo, nejstarší dochovaný předmět pochází z období mezi lety 3000 př.n.l. a 2000 př.n.l. a byl nalezen v Malé Asii. V poslední době se projevuje snaha o co největší omezení využívání olova a jeho slitin pro výrobu předmětů praktického použití a to vzhledem k jeho prokázané toxicitě. Avšak ještě v první polovině 20. století bylo olovo velmi běžně užívaným kovem. Jedním z největších zpracovatelů olova je do současné doby průmysl, vyrábějící elektrické akumulátory. Přes svoji vysokou hmotnost a obsah vysoce žíravé kyseliny sírové jsou technické parametry olověných akumulátorů natolik dobré, že ve vybavení automobilů mají stále většinové zastoupení. Pro tyto účely je využívána přibližně polovina světové produkce olova, jejich recyklace je také jedním z nejvýznamnějších zdrojů tohoto kovu. Ve středověku bylo obtížné vyrobit skleněné tabule o větších rozměrech, a proto se okna zhotovovala z malých skleněných tabulek, zalévaných k sobě roztaveným olovem. Dodnes tato okna můžeme vidět ve starých katedrálách a středověkých hradech. Vysoké odolnosti olova vůči korozi vodou bylo využíváno ke konstrukci části vodovodních rozvodů (obvykle přímo v jednotlivých objektech) z olověných trubek s cínovou vložkou cca 0.5 mm (poznají se podle podélných výstupků) a odpadních rozvodů v domácnostech a chemických laboratořích (dodnes). Dodnes je řada těchto instalací plně funkčních.

Ještě před nedávnou dobou byla hojně užívanou slitinou liteřina, směs olova, cínu a antimonu. Odlévala se z ní jednotlivá písmena, která se v tiskárnách skládala do stránek a sloužila k tisku knih, novin a časopisů. Po vytištění potřebného textu se stránka rozmetala a byly odlity nové litery. V současné době je tento typ tisku překonán a opušten.



Mozaikové okno, ve kterém jsou barevná skla spojena olovem



Základní úloha:

Vyberte **chybná** tvrzení.

- A. Všechny kovy mají větší hustotu než všechny nekovy.
- B. Nekovy jsou za běžných podmínek pouze plynné nebo kapalné látky.
- C. Kovy jsou v pravé horní části tabulky periodické soustavy prvků.
- D. Kovy i nekovy jsou chemické látky.

- E. Kovy bez výjimky vedou elektrický proud.
F. Všechny kovy jsou za běžných podmínek pevné látky.

Rozšiřující úlohy:

1. úloha:

Prvek X je stříbrobílý kov, stálý na vzduchu. Vyrábí se z něj tenká obalová fólie staniol. Používá se též v elektrotechnice ve slitině s olovem jako pájka k elektricky vodivému spojování (pájení) součástek. Ve středověku se z něj vyrábělo nádobí. Je důležitou složkou bronzu. Určete značku tohoto kovu.

- A. Al
- B. Fe
- C. Cu
- D. Ag
- E. Zn
- F. Sn

2. úloha:

Kov X je bílý, o něco tvrdší než olovo. Je běžně známa i jeho šedá forma. Ta se tvoří pomalu při teplotách nižších než 13 °C. Předměty z tohoto kovu se při nízkých teplotách pomalu rozpadají na prášek. Říká se tomu X-ový mor, který postihuje předměty v nevytápěných místnostech (např. v muzejních sbírkách). Kov X je také zdravotně nezávadný, proto se ho jako fólie – staniolu – používá k balení potravin (sýry, čokoláda). Kovem X se pokovují železné plechy na výrobu konzerv a jiných nádob na potraviny. Velké množství tohoto kovu se spotřebuje na výrobu slitin (např. bronzu X + Cu, pájky X + Pb). Kov X určete.

8. Mangan, měď a zinek

Mangan, měď a zinek

Mangan

Mangan, chemická značka Mn, (lat. Manganum) je světle šedý, tvrdý kov. Používá se v metalurgii jako přísada do různých slitin, katalyzátorů a barevných pigmentů. Je to kovový, křehký a značně tvrdý prvek světle šedé barvy. Patří mezi přechodné prvky, které mají valenční elektrony v d-sféře.

Oxid manganičitý - burel - je znám již od starověku, kdy se používal při výrobě skla. Byl považován za odrůdu magnetovce (magnes). Římský filozof Plinius starší nazval burel jako „ženskou“ odrůdu magnetovce. Samotný mangan objevil roku 1774 švédský chemik Carl W. Scheele, který předložil v tomto roce nezvratné důkazy Akademii věd ve Stockholmu. V témže roce se podařilo mangan izolovat. Izoloval ho Johan Gottlieb Gahn při zahřívání burelu s dřevěným uhlím a olejem za vysoké teploty. Mangan v čisté podobě byl vyroben teprve ve třicátých letech dvacátého století elektrolýzou roztoků manganatých solí. Mangan dostal roku 1774 první název manganeseum, ale později byl název změněn na mangan (latinsky manganum), aby se zabránilo záměně s hořčíkem (latinsky magnesium), který byl mezitím objeven.

Mangan je prvkem s poměrně značným zastoupením na Zemi i ve vesmíru. Je po železe a titanu třetí nejrozšířenější kov na Zemi. V přírodě se mangan vyskytuje prakticky vždy současně s rudami železa. Hlavním minerálem manganu je pyroluzit (burel) MnO_2 .



Manganová ruda - burel MnO_2

Podstatnou část světové těžby manganu se spotřebuje při výrobě oceli - je to asi 95% světové produkce manganu, dále manganového bronzu a slitin hliníku. Zbytek se spotřebuje ve sklářském a keramickém průmyslu a při výrobě chemikálií. Manganistan draselný je látka se silnými oxidačními vlastnostmi. Pro svou zdravotní nezávadnost jsou proto roztoky $KMnO_4$ používány k dezinfekci potravin, např. masa nebo syrové zeleniny v rizikových oblastech. Mimořádně důležitou slitinou s obsahem manganu je dural. Tento název označuje skupinu velmi lehkých a mechanicky odolných slitin na bázi hliníku a hořčíku s menším množstvím mědi a manganu. Nejstarší komerčně vyráběný elektrický galvanický článek (baterie) se skládal ze zinkové katody a anody, kterou tvořil grafitový váleček umístěný v pastě s vysokým obsahem oxidu manganičitého (burele) MnO_2 . Článek poskytuje napětí přibližně 1,5 V.

Měď

Měď je hnědočervený, velmi stálý kov, který je velmi dobrý vodič elektrického proudu a tepla. Proto se používá v elektrotechnice (např. k výrobě drátů, antén, vinutí elektromotorů a transformátorů).

Pro svou stálost se měď užívá k výrobě varných nádob, kotlů (např. v pivovarech), chladičů, trvanlivých střešních krytin, okapových žlabů a svodů, apod. Měď je obsažena i v současných mincích s hodnotou 10 Kč, 20 Kč a 50 Kč. Na vlhkém vzduchu se měď pokrývá zelenou vrstvičkou - měděnkou, která brání další korozi kovu.

Rozsáhlé použití mají slitiny mědi, např. bronz, mosaz a alpaka. Měď se uplatňuje i ve slitinách se zlatem a stříbrem (např. při výrobě šperků).

Zinek

Zinek je měkký lehce tavitelný kov, používaný člověkem již od starověku. Slouží jako součást různých slitin, používá se při výrobě barviv a jeho přítomnost v potravě je nezbytná pro správný vývoj organismu.

Zinek je modrobílý kovový prvek se silným leskem, který však na vlhkém vzduchu ztrácí. Na vzduchu je zinek stálý, protože se rychle pokryje tenkou vrstvičkou oxidu, která jej účinně chrání proti korozi vzdušným kyslíkem i vlhkostí (vodou) - tzv. pasivace.

První použití zinku lze datovat ve starověku, kdy se používal ve slitině s mědí jako mosaz a to již ve starověkém Egyptě okolo roku 1400 př. n. l.

V zemské kůře je zinek poměrně bohatě zastoupen. Hlavním minerálem a rudou pro průmyslovou výrobu zinku je sfalerit neboli blejno zinkové ZnS .



Sfalerit - ZnS

Elementární zinek nachází významné uplatnění jako antikorozi ochranný materiál především pro železo a jeho slitiny. Pozinkovaný železný plech se vyrábí řadou postupů, nejčastější je galvanické pokovování, postřikování, napařování nebo žárové nanášení tenkého povlaku zinku.

Ze slitin zinku je nejvýznamnější slitina s mědí – bílá a červená mosaz. Prakticky se využívá řady různých mosazí s odlišným poměrem obou kovů, které se liší jak barvou, tak mechanickými vlastnostmi – tvrdostí, kujností, tažností i odolností proti vlivům okolního prostředí. Obecně se mosaz oproti čistému zinku vyznačuje výrazně lepší mechanickou odolností i vzhledem. Bílá mosaz se skládá z 85 % zinku, 5 % hliníku a 10 % mědi. Dalšími významnými slitinami jsou různé druhy bronzu - například se složením 88 % zinku, 6 % hliníku a 6 % mědi a slitina zelco, která má složení 83 % zinku, 15 % hliníku a 2 % mědi. Zinek se v menší míře používá i při výrobě

klenotnických slitin se zlatem, stříbrem, mědí a niklem. Další využití zinku je při výrobě závaží pro vyvažování automobilových kol jako náhrada za toxické olovo. Mnoho ze sloučenin zinku se využívá jako nátěrové barvy.



Hudební nástroj vyrobený z mosazi



Střecha pokrytá pozinkovaným plechem



Parapet pokrytý pozinkovaným plechem

Základní úlohy:

Úloha 1:

Ve kterém období začali lidé používat slitinu mědi a cínu?

- A. již 2. tisíciletí př. n. l.
- B. ve 2. století př. n. l.
- C. za vlády Karla IV.
- D. těsně po bitvě na Bílé hoře

Úloha 2:

Vyberte **chybná** tvrzení.

- A. Všechny kovy mají větší hustotu než všechny nekovy.
- B. Nekovy jsou za běžných podmínek pouze plynné nebo kapalné látky.
- C. Kovy jsou v pravé horní části tabulky periodické soustavy prvků.
- D. Kovy i nekovy jsou chemické látky.
- E. Kovy bez výjimky vedou elektrický proud.
- F. Všechny kovy jsou za běžných podmínek pevné látky.

Úloha 3:

K jednotlivým tvrzením doplňte správný název jednoho z prvků:

Vodík, Kyslík, Síra, Železo, Měď, Sodík.

- a) je stříbrolesklý, magnetický kov. Nejvíce se používá ve směsích s jinými prvky (v ocelích).
- b) je bezbarvá plynná látka, která se dopravuje v ocelových lahvách označených modrým pruhem.
- c) je kov, který má menší hustotu než voda.
- d) je bezbarvá plynná látka, která se vzduchem tvoří výbušnou směs.
- e) je pevná křehká látka, která se nejčastěji vyskytuje ve žluté krystalické formě.
- f) je červenohnědý kov, jehož nejznámější slitiny jsou mosaz a bronz.

Rozšiřující úlohy:

Úloha 1:

Uveďte alespoň tři kovy, které na vzduchu není třeba chránit nátěry ani jiným způsobem.

9. Stříbro, chrom a železo

Stříbro, chrom a železo

Stříbro

Stříbro patří mezi první kovy, které člověk poznal a využíval. Již před 5 000 lety se prodávalo v Egyptě jako jiné zboží. Později z něj např. Řekové razili své drachmy a Římané své denáry. Také známé české groše a další středověké peníze o větší hodnotě byly raženy ze stříbra. Všechny měly obvykle hodnotu stříbra, které samy obsahovaly.

V přírodě se sice stříbro vyskytuje i ryzí, získává se však hlavně z rud jiných kovů (hlavně z rudy mědi, zinku a olova).

Stříbro je lesklý, bílý, poměrně měkký kov. Je výborným vodičem elektrického proudu a tepla. Používá se v mincovnictví a na ozdobné předměty, částečně i v elektrotechnice.

Na vzduchu stříbro černá účinkem sulfanu H_2S ze vzduchu (vzniká sulfid stříbrný Ag_2S).



Stříbrná cihla o hmotnosti 1000 trojských uncí



Chrom

Chrom, chemická značka Cr, (lat. Chromium) je světle bílý, lesklý, velmi tvrdý a zároveň křehký kov. Používá se v metalurgii při výrobě slitin, tenká vrstva chromu chrání povrch kovových předmětů před korozí a zvyšuje jejich tvrdost.

Chrom je nejtvrdším elementárním kovem a vyznačuje se mimořádně nízkou reaktivitou a vysokou chemickou odolností. Byl objeven roku 1797 Louisem Nicolasem Vauquelinem. Patří mezi přechodné prvky, které mají valenční elektrony v d-sféře.

Chrom patří mezi prvky s poměrně značným zastoupením na Zemi i ve vesmíru.

V přírodě se chrom vyskytuje velmi často současně s rudami železa například jako ruda chromit.

Malá množství chromu přispívají k zabarvení drahokamů smaragdu a rubínu.

Největší světové zásoby chromu jsou v Jihoafrické republice, která vyrábí přibližně polovinu veškeré světové produkce tohoto kovu. Dalšími významnými producenty chromu jsou Kazachstán, Indie a Turecko.

Různé druhy ocelí s nižším zastoupením chromu slouží k výrobě geologických vrtných nástrojů, vysoce výkonných nožů pro stříhání kovů, frézovacích nástrojů pro opracování dřeva a v řadě podobných aplikací. Možnost kalitelnosti a korozivzdornosti ocelí legovaných Cr se využívá u chirurgických nástrojů, v potravinářském průmyslu, vodních strojích (odlitky vodních turbín) atd. Chrom se také přidává do mosazi, aby se tím zvětšila její tvrdost. V každodenním životě se s chromem setkáme spíše jako s materiálem, chránícím kovové povrchy před korozí za současné zvýšení jejich estetického vzhledu. Klasickým příkladem je chromování chirurgických nástrojů i jiných zařízení používaných v medicíně (sterilizátory, zubařské nástroje a podobné předměty sloužící k vyšetření pacienta). V civilním životě nalezneme chromované předměty často ve vybavení koupelen, jako součást luxusních automobilových doplňků a v řadě dalších aplikací.



Rubín zabarvený červeně malým množstvím chromu

Železo

Železo je nejvýznamnější kov, který člověk využívá již od starověku. Po kyslíku, křemíku a hliníku je nejrozšířenějším prvkem v zemské kůře, kde se vyskytuje především vázané ve sloučeninách. Je rovněž vázáno v krevním barvivu hemoglobinu, který zprostředkovává přenos kyslíku do organismu při dýchání. Předpokládá se, že společně s niklem tvoří jádro planety.

Čisté (meteoritické) železo je stříbrně lesklý, poměrně měkký a korozi odolný kov. Na Zemi se běžně železo vyskytuje v ržezných rudách (krevel, hnědel, siderit, pyrit, magnetit).



Hematit - Krevel



Magnetit - Magnetovec



Limonit - Hnědel



Siderit - Ocelek



Pyrit



Ilmenit

Z těchto rud se železo získává ve vysokých pecích pomocí reakce s uhlíkem (koksem). Vzniklá struska a roztavené surové železo se odpichují zvláště, přibližně každé dvě hodiny. Vysoká pec pracuje nepřetržitě několik let.

Takto získané surové železo se nazývá litina (obsahuje 1,7 % až 4 % uhlíku). Odstraněním příměsí se z litiny vyrábějí oceli, které obsahují málo uhlíku. Pro zlepšení vlastností se do oceli přidávají i další prvky (např. chrom, mangan, titan, vanad, nikl, křemík). Část vyrobeného surového železa se zpracuje na litinu, z níž se odlévají např. podstavce strojů, radiátory, kotle. Větší část litiny se zpracovává na ocel. Přeměna surového železa na ocel spočívá ve zmenšení obsahu některých prvků (především uhlíku), ale i fosforu a manganu. Provádí se v konvertorech, nístějových plamenných pecích (zde se využívá i železný šrot) nebo v pecích elektrických. Před vypouštěním oceli z peci se do taveniny přidávají přísady obsahující některé prvky (např. nikl, kobalt, mangan, chrom, molybden, wolfram, vanad), které zlepšují určité vlastnosti oceli. Vzniknou tak legované (ušlechtilé) oceli.

Některé slitiny železa a jejich složení:

Název	Hlavní složky	Příklady použití
nerez ocel	Fe (80,6 %), C (0,4 %), Cr (18 %), Ni (1 %)	potravinářská zařízení, chirurgické nástroje
vanadová ocel	Fe (98,9 %), C (1 %), V (0,1 %)	automobilový průmysl
pružinová ocel	Fe (98,6 %), Cr (1 %), C (0,4 %)	pružiny, žiletky

Vlastnosti výrobků z oceli lze také ovlivnit pozvolným ochlazováním (popouštěním) rozžhavené oceli, kdy vznikne ocel méně tvrdá, ale snáze ohybatelná. Naopak prudším ochlazením (kalením) rozžhaveného kovu vzniká kalená ocel, která je tvrdá, ale křehká.

Velké ztráty v celém světě způsobuje koroze železa. K ní dochází za přispění povětrnostních vlivů, některých průmyslových plynů, vody a složek vzduchu. Odhaduje se, že koroze se zničí až 10 % světové produkce oceli.

Rozšiřující úlohy:

Úloha 1:

Vyberte výrobky, které bývají vyrobeny z litiny.

- A. rošty do kamen a krbů
- B. plechovky konzerv
- C. nože
- D. vodovodní potrubí
- E. hřebíky
- F. nádobí (pánve, kastroly)



10. Zlato, titan a platina

Zlato, titan a platina

Zlato

Zlato se na rozdíl od stříbra na vzduchu nemění a má podmanivý vzhled. K výrobě prvních šperků se používalo již asi před 8 000 lety. Stejně jako ze stříbra, tak i ze zlata, se razily mince, které se používaly vedle mincí stříbrných (u nás první zlaté mince - zlaté dukáty - zavedl český král Jan Lucemburský, který vládl v letech 1310 až 1346).

Zlato je lesklý, na vzduchu stálý žlutý kov o velké hustotě (19,3 g/cm³), značně měkký a neobyčejně kujný (lze z něj vytepat fólie tenčí než 0,001 mm). Pro zvýšení pevnosti se zlato většinou slévá s mědí, stříbrem, niklem, popřípadě s dalšími kovy.

Obsah zlata ve slitině se běžně udává buď v procentech, nebo v karátech (1 karát je jedna čtyřicetina celku). Běžné klenotnické 14karátové zlato obsahuje tedy 58,5 % zlata.

Každý zlatý předmět předepsané ryzosti je označen státní puncovní značkou s číslem ryzosti. Například hlava kohouta s číslem 3 dnes označuje ryzost zlata 750/1000, a jde tedy o zlato 18karátové. Čtrnáctikarátové zlato (ryzost 585/1000) se dnes označuje hlavou labutě hledící vlevo a číslem 4. Starší výrobky ze zlata mají jiné státní značky, které se užívaly v příslušné době.

Dnes se zlato neuvádí k výrobě mincí (kromě výročních), ale pomáhá ke krytí hodnoty bankovek (zlaté pruty a cihly s ryzostí alespoň 995/1000 uložené v trezorech bank).

Ze zlata se dnes zhotovují šperky, používá se v zubním lékařství, slouží v elektrotechnice (pro velkou stálost a elektrickou vodivost). Využívá se např. k pokovování kontaktů, k výrobě čipů a paměťových médií.

Červený rubín a modrý safír jsou ozdobou šperků a klenotů. Patří k nim i koruna se safíry a rubíny z korunovačních klenotů Českého království (klenoty byly poprvé využity při korunovaci Karla IV. roku 1347).

Ukázky šperků ze zlata



Nejznámějším způsobem získávání zlata je jeho rýžování. Využívá se při tom velká hustota zlata oproti naplaveným horninám. Dnes se zlato získává obvykle vyluhováním rozdrčené rudy ve velmi jedovatém roztoku kyanidu sodného nebo draselného. Tato metoda představuje obrovské ekologické riziko.

Titan

Titan je tvrdý kov s velmi malou hustotou. Za běžné teploty je velmi stálý (i proti kyselinám).

Pro své vynikající vlastnosti se využívá k výrobě golfových holí, obrouček k brýlím, drahých a lehkých jízdních kol, hodinek, apod.

Titan je tkáněmi lidského těla velmi dobře snášen, proto se ve zdravotnictví používá k výrobě implantátů. Vyrábějí se z něj náramkové hodinky, šperky (včetně těch, které jsou určeny k piercingu).

Platina

Platina je stříbřitě bílý kov s velkou hustotou. Je to kov mimořádně chemicky stálý (nereaguje s kyselinami ani s hydroxidy).

Využívá se ve šperkařství a při výrobě automobilových katalyzátorů. Známý je prototyp metru ze slitiny platiny a iridia uložený v Sévres u Paříže.

Základní úloha:

Vyberte **chybná** tvrzení.

- A. Všechny kovy mají větší hustotu než všechny nekovy.
- B. Nekovy jsou za běžných podmínek pouze plynné nebo kapalné látky.
- C. Kovy jsou v pravé horní části tabulky periodické soustavy prvků.
- D. Kovy i nekovy jsou chemické látky.
- E. Kovy bez výjimky vedou elektrický proud.
- F. Všechny kovy jsou za běžných podmínek pevné látky.

Rozšiřující úlohy:

Úloha č. 1:

Pro zvýšení pevnosti se zlato většinou slévá s mědí, stříbrem, niklem, popř. s dalšími kovy. Obsah zlata (jeho ryzost) se udává v karátech, kdy 24 karátů označuje 100% zlato. Určete, kolika karáty bude označena ryzost 58,3% zlata, které se používá běžně v klenotnictví.

- A. 18
- B. 14
- C. 12
- D. 8

Úloha č. 2:

Kovy Pt, Mg, Cu a Fe seřad'te od nejstálejšího na vzduchu k nejméně stálému.

Úloha č. 3:

Uved'te alespoň tři kovy, které na vzduchu není třeba chránit nátěry ani jiným způsobem.

Úloha č. 4:

Proč se hroty hromosvodů nepostříbřují, když je stříbro nejlepší vodič elektřiny, ale proč se pozlacují, i když je zlato dražší než stříbro a vede elektřinu hůř než stříbro?

 **Obsah**

 1. Chemické prvky	2
 2. Vodík	3
 3. Kyslík	4
 4. Halogeny	4
 5. Dusík, fosfor, uhlík	6
 6. Síra	7
 7. Hliník, cín a olovo	9
 8. Mangan, měď a zinek	12
 9. Stříbro, chrom a železo	14
 10. Zlato, titan a platina	17