

# ANORGANICKÁ CHEMIE

- prvky jednotlivých skupin
- chemické vlastnosti prvků a jejich sloučenin
- zapisování chemických rovnic

## Základní pojmy

- ❖ **anorganická chemie** - věda o vzniku, složení, struktuře, vlastnostech a použití anorganických látek
- ❖ **anorganické látky** - všechny chemické prvky, anorganické sloučeniny a jejich směsi
- ❖ **chemické prvky** - chemicky čisté látky složené z atomů se stejným protonovým číslem, nelze je chemicky rozkládat na jednodušší látky, 92 prvků se vyskytuje v přírodě, z 92 přirozených prvků je při teplotě 20°C 11 prvků plyných (H, N, O, F, Cl a vzácné plyny), 2 kapalně (Hg, Br) a 79 pevných
- ❖ **anorganické sloučeniny** - látky, které se skládají z 2 nebo více různých prvků, patří mezi ně sloučeniny všech prvků s výjimkou většiny sloučenin uhlíku, většinou se sem řadí: *oxidy uhlíku, soli kyseliny uhličitě, kyselina kyanovodíková a kyanatá, jejich soli a sirouhlík*
- ❖ **oxidační číslo** - ox. číslo atomu prvku ve sloučenině se rovná jeho *nábojovému číslu* = počet elementárních nábojů skutečných nebo pomyslných, pro většinu prvků platí, že hodnota nejvyššího kladného ox. č. se rovná číslu skupiny daného prvku
- ❖ **elementární náboj** - nejmenší možný náboj, má hodnotu  $1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$

## Dvouprvkové (binární) sloučeniny

- 1) **Hyridy** - sloučeniny prvků s vodíkem:
  - a) **Iontové hydridy** - mají dvouslovný název: NaH - hydrid sodný, CaH<sub>2</sub> - hydrid vápenatý,...
  - b) **Kovalentní hydridy** - mají kromě hydridů halogenů, kyslíku, dusíku a uhlíku jednoslovný název odvozený z kmene mezinárod. názvu prvku a zakončení **-an** (AlH<sub>3</sub> alan, SiH<sub>4</sub> silan, AsH<sub>3</sub> arsan, H<sub>2</sub>S sulfan, sirovodík)
  - c) **Kovové hydridy** - pojmenovávají se tak, jako by měly atomy kovu nulové ox. č. (např. hydrid palladia, titanu,...)
- 2) **Oxidy** - mají dvouslovný název, obecný vzorec M<sub>n</sub>O<sub>m</sub>, n = 1, 2, m = 1 až 5, 7
- 3) **Halogenidy** - mají obecný vzorec MX<sub>n</sub>, kde n = 1 až 8
- 4) **Sulfidy** - jsou to soli kyseliny sirovodíkové H<sub>2</sub>S, ox. č. síry v sulfidech je -II
- 5) **Hydroxidy** - mají obecný vzorec M(OH)<sub>n</sub>, kde n = 1 až 4, nejvyšší ox. č. atomu kovu je v hydroxidech IV

## Názvosloví kyselin

- a) **Bezokyslíkaté kyseliny** - jsou to vodné roztoky některých binárních sloučenin vodíku (např. HF, HCl, H<sub>2</sub>S, HCN, HN<sub>3</sub> - kyselina azidovodíková)
- b) **Kyslíkaté kyseliny (oxokyseliny)** - tříprvkové sloučeniny obecného vzorce H<sub>x</sub>A<sub>y</sub>O<sub>z</sub> kde A je kyselinotvorný prvek (většinou nekov), x = 1 až 6, y = 1 až 2, z = 1 až 7, předpona **oxo-** vyznačuje přítomnost kyslíku v molekule, tvoří-li prvek s tímž oxidačním číslem několik oxokyselin s různým počtem atomů vodíku v molekule kyseliny, rozlišujeme je předponou **hydrogen-**

## Názvosloví solí

- a) **jednoduché soli** - K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>,...

- b) **hydrogen soli** (kyselé soli) - nenahrazené atomy vodíku jsou označeny předponou **hydrogen-** (KHS hydrogen sulfid draselný, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> hydr. fosforečnan disodný)
- c) **podvojně, potrojně,...soli** - mají název složen z názvu kationtů v pořadí podle zvětšujícího se ox. č. (např. Kal(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> síran draselno-hlinitý, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> uhličitan vápenato-hořečnatý, NaNH<sub>4</sub>HPO<sub>4</sub> hydrogenfosforečnan sodno-amonný)
- d) **smíšené soli** (soli s různými anionty) - mají názvy aniontů uvedeny v abecedním pořadí podle značky prvku (např. MgCl(OH) chlorid-hydroxid hořečnatý, Ca<sub>5</sub>F(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> fluorid-tris(fosforečnan) pentavápenatý)
- e) **názvosloví krystalosolvátů** - v krystalové struktuře jsou přítomny molekuly rozpouštědla (např. CaSO<sub>4</sub> · 1/2 H<sub>2</sub>O hemihydrát síranu vápenatého,...)

## Vlastnosti chemických prvků a jejich sloučenin

### Klasifikace prvků

- ✓ klasifikace podle struktury elektronového obalu - prvky *s, p, d, f*
- ✓ **KOVY** - prvky, které mají většinu těchto vlastností: **kovový lesk, velkou elektrickou a tepelnou vodivost, tažnost a kujnost, malou ionizační energii a elektronegativitu, snadno vytvářejí kationty a krystalují v kovových strukturách**, <sup>3</sup>/<sub>4</sub> všech prvků jsou kovy a jejich kovový charakter stoupá v tabulce periodické soustavy směrem doleva
- ✓ **NEKOVY** - jsou v tabulce vždy jedno až čtyři místa před nejbližším vzácným plynem, přijetím elektronů získávají atomy nekovů elektronovou konfiguraci vzácného plynu a vytvářejí anionty, **atomy nekovů mají poměrně velkou ionizační energii a elektronegativitu (kromě vzácných plynů), jsou převážně nevodivé, navzájem vytvářejí sloučeniny s kovalentními vazbami**, oxidy nekovy jsou většinou **anhydridy kyselin**, tzn. Že s vodou vytvářejí kyseliny, např. **SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**, typické nekovy jsou *halogeny*
- ✓ **POLOKOVY** - hranice mezi kovy a nekovy (např. B, Si, Te)

### Fyzikální vlastnosti anorganických látek

- a) **Teploty tání a varu** - jednoatomové prvky nebo látky složené z dvou- a víceatomových molekul s kovalentními vazbami **mají nízké teploty varu a tání**, látky, které mají **mnohoatomové krystalové struktury** iontového, atomového nebo kovového typu **mají vysoké teploty varu i tání**
- b) **Elektrická vodivost** - **elektricky vodivé kovy, polokovy vykazují polovodičovou vodivost, nekovy jsou nevodivé**, sloučeniny s iontovou strukturou vedou elektrický proud v roztaveném stavu a ve vodném roztoku
- c) **Rozpustnost** - látky s iontovou strukturou, nebo látky, které mohou disociovat na ionty **jsou rozpustné ve vodě** a nerozpustné v nepolárních rozpouštědlech, látky s molekulovou strukturou a kovalentními vazbami **jsou většinou ve vodě nerozpustné** nebo s ní nereagují
- d) **Index lomu světla** - nekovy a vzácné plyny mají index lomu světla nízký, stoupá u polovodičových polokovů a je vysoký u kovů, které vykazují kovový lesk
- e) **Barevnost látek** - projevuje se zejména u látek s nepárovými elektrony, u kovů a ve sloučeninách přechodných prvků s částečně obsazenými *d-* a *f-* orbitaly

# PERIODICKÁ TABULKA PRVKŮ

skupina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	I. A	II. A	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B			I. B	II. B	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Unq	105 Unp	106 Unh	107 Uns	108 Uno	109 Une	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	Periodická soustava prvků					

- vodík
- alkalické kovy
- kovy alkalických zemin
- kovy
- polokovy
- nekovy
- vzácné plyny

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII	VIII	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VI A	VII A	0
Vodík 1 H 1,00794(7)																	Helium 2 He 4,002602(2)
Lithium 3 Li 6,941(2)	Beryllium 4 Be 9,012182(3)											Bor 5 B 10,811(7)	Uhlík 6 C 12,0107(8)	Dusík 7 N 14,0064(7)	Kyslík 8 O 15,9994(3)	Fluor 9 F 18,9984032(3)	Neon 10 Ne 20,1797(8)
Sodík 11 Na 22,989770(2)	Hořčík 12 Mg 24,305(6)											Alumínium 13 Al 26,981538(2)	Křemík 14 Si 28,0855(8)	Fosfor 15 P 30,97376(2)	Síra 16 S 32,06(5)	Chlór 17 Cl 35,45(3)	Argon 18 Ar 39,948(1)
Draselík 19 K 39,0983(1)	Vápník 20 Ca 40,078(4)	Skandium 21 Sc 44,955910(8)	Titan 22 Ti 47,867(1)	Vanad 23 V 50,9415(1)	Chrom 24 Cr 51,9961(6)	Mangan 25 Mn 54,938045(9)	Železo 26 Fe 55,845(2)	Kobalt 27 Co 58,933200(5)	Nikl 28 Ni 58,6934(4)	Měď 29 Cu 63,546(3)	Zinek 30 Zn 65,39(2)	Gallium 31 Ga 69,723(1)	Germanium 32 Ge 72,61(2)	Arzen 33 As 74,92160(2)	Selen 34 Se 78,96(3)	Brom 35 Br 79,904(1)	Krypton 36 Kr 83,80(1)
Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Stroncium 38 Sr 87,62(1)	Yttrium 39 Y 88,90585(2)	Zirkonium 40 Zr 91,224(2)	Niob 41 Nb 92,90638(2)	Molybden 42 Mo 95,94(1)	Techneций 43 Tc (98,9063)	Ruthenium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90550(2)	Palladium 46 Pd 106,42(1)	Sřtbro 47 Ag 107,8682(2)	Kadmium 48 Cd 112,411(8)	Indium 49 In 114,818(3)	Cin 50 Sn 118,710(7)	Antimon 51 Sb 121,760(1)	Telur 52 Te 127,60(3)	Jod 53 I 126,90447(3)	Xenon 54 Xe 131,29(2)
Cesium 55 Cs 132,90545(2)	Baryum 56 Ba 137,327(7)	57-70 Lanthanoidy		Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantal 73 Ta 180,9479(1)	Wolfram 74 W 183,84(1)	Rhenium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,217(3)	Platina 78 Pt 195,078(2)	Zlato 79 Au 196,96655(2)	Thalium 81 Tl 204,3833(2)	Olovo 82 Pb 207,2(1)	Bismut 83 Bi 208,98038(2)	Polonium 84 Po (209)	Astat 85 At (209,9871)	Radon 86 Rn (222,0176)
Francium 87 Fr (223,0187)	Rádium 88 Ra (226,0254)	89-102 Aktinoidy		Rutherfordium 104 Rf (261,10)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1168)	Bohrrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1308)	Melitnerium 109 Mt (269)	Ununnilium 110 Uun (272)	Ununnilium 111 Uuu (277)						
Lanthanoidy:																	
Lanthan 57 La 138,905(2)	Cer 58 Ce 140,118(1)	Praseodym 59 Pr 140,90765(2)	Neodym 60 Nd 144,24(2)	Promethium 61 Pm (144,9127)	Samarium 62 Sm 150,36(3)	Europium 63 Eu 151,964(1)	Gadolium 64 Gd 157,25(3)	Terbium 65 Tb 158,92534(2)	Dysprozium 66 Dy 162,50(3)	Holmium 67 Ho 164,93032(2)	Erbium 68 Er 167,26(3)	Thulium 69 Tm 168,93421(2)	Ytterbium 70 Yb 173,04(3)	Lutecium 71 Lu 174,967(1)			
Aktinoidy:																	
Aktinium 89 Ac (227,0277)	Thorium 90 Th 232,0381(1)	Protaktinium 91 Pa 231,03688(2)	Uran 92 U 238,02891(1)	Neptunium 93 Np (237,0482)	Plutonium 94 Pu (244,0642)	Amercium 95 Am (243,0614)	Kurcium 96 Cm (247,0703)	Berkelium 97 Bk (247,0703)	Kalifornium 98 Cf (251,0796)	Einsteinium 99 Es (252,0830)	Fermium 100 Fm (257,0951)	Mendelevium 101 Md (258,1034)	Nobelium 102 No (259,1011)	Lawrencium 103 Lr (262,1110)			

Periodická soustava prvků je ve svislém směru rozdělena na skupiny prvků. Prvky jsou řazeny do skupin podle toho, kolik mají valenčních elektronů (elektrony ve vnější slupce, které se účastní vzniku chemické vazby). Vodorovné řady prvků periodické soustavy se nazývají periody.

## **ARSEN**

### **Černý - kovový**

Černý lesklý kov, na vzduchu se pokrývá vrstvou oxidu a mění barvu na šedou. Páry arsenu zapáchají po česneku, arsen je stejně jako většina jeho sloučenin velmi jedovatý. Riziko otravy vzniká při inhalaci prachu a par sloučenin arsenu. Akutní - rychle a prudce probíhající otravy se neobjevují příliš často, v průmyslu však mohou vznikat otravy chronické - vleklé a dlouhotrvající. Sloučeniny arsenu v různých formách poškozují nejprve periferní, poté i motorické svalstvo, způsobují celkovou slabost, a poškozují játra. Dále vyvolávají nádory kůže, plic a také sliznic. Limit arsenu pro pitnou vodu je stanoven 0,05 mg/l.

### **Žlutý - nekovový**

Na světle nestálý, podobný bílému fosforu.

Kovový arzen se používá při výrobě slitin. Do olova na výrobu broků se přidává pro zvýšení povrchového napětí slitiny k dosažení dokonalého kulového tvaru. Zvyšuje odolnost mědi ke korozi, zlepšuje její mechanické vlastnosti a zvyšuje bod tuhnutí.

## **BOR**

### **Amorfní bor:**

je hnědý prášek hustoty  $1730 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , polovodič.

### **Krystalický bor:**

je černošedá pevná látka hustoty  $2340 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Zahřán za přítomnosti kyslíku na  $700 \text{ }^\circ\text{C}$  se vzněcuje a hoří oslnivým plamenem.

## **BROM**

Brom je za normálních podmínek tmavá hnědočervená kapalina.

Brom je pronikavého zápachu, těkavý, dráždí oční sliznici a dýchací orgány, je jedovatý. V tuhém stavu je červenohnědou šupinkatou látkou. Je rozpustný ve vodě na žlutočervenou kapalinu (bromová voda).

Brom je důležitou surovinou při výrobě četných anorganických a organických látek zejména při výrobě léčiv, barviv, v kosmetickém průmyslu a na výrobu bojových látek.

## **CÍN**

### **Cín s krychlovou strukturou:**

Cín s krychlovou strukturou je stříbrobílý, lesklý kov, nepříliš tvrdý, ale značně tažný, dobrý vodič tepla a elektrického proudu. Při ohýbání odlitku cínu dochází k vzájemnému tření krystalů, což vyvolává skřípání a praskání.

Cín je na vzduchu za běžných podmínek stály, za vyšší teploty se oxiduje.

### **Cín s kosočtverečnou strukturou:**

Cín s kosočtverečnou strukturou vznikající zahřátím cínu s krychlovou strukturou nad 161 °C. Velmi křehký, snadno práškovatelný (grain-tin).

### **Cín práškový:**

Cín práškový vzniká z cínu s krychlovou strukturou ochlazením pod 13,2 °C. Přeměna probíhá obvykle s nekonečně malou rychlostí (rozpadání cínových předmětů v chladných muzeích tzv. "cínový mor").

### **Použití:**

Velké množství cínu se spotřebuje na povrchovou ochranu železného plechu v potravinářském průmyslu při výrobě konzerv. Nemalá část se spotřebuje při výrobě nejrůznějších slitin např. bronz (Cu+Sn), Britannium (Sn+Sb+Cu), ložiskové kovy (Sn+Sb+Cu+Zn), pájky (Sn+Pb+Sb) apod.

## **DRASLÍK**

Draslík je za normálních podmínek stříbřitě bílá pevná látka.

Draslík je silně lesklý, měkký kov (dá se krájet nožem), při nízkých teplotách křehký. Je vodičem tepla a elektrického proudu. Rozežírá pokožku a způsobuje těžko se hojící rány.

Již za normálních podmínek je velmi reaktivní. Reaguje se vzdušnou vlhkostí a oxidem uhličitým CO<sub>2</sub>, zahřátím se na vzduchu zapaluje a hoří modrofialovým plamenem na superoxid draselný KO<sub>2</sub>. Bouřlivě reaguje s vodou (často i s výbuchem) za vzniku hydroxidu draselného KOH a vodíku, z toho důvodu se uchovává pod petrolejem. S většinou nekovů se bouřlivě slučuje mnohdy i s výbuchem.

Draslík je biogenní prvek. Je nezbytně nutný pro stavbu těl rostlin.

Sloučeniny draslíku jsou důležité pro výrobu mýdel, skla a draselných hnojiv.

## DUSÍK

Dusík je za normálních podmínek bezbarvý plyn.

Je bez chuti a zápachu, nehořlavý, nejedovatý (v atmosféře dusíku organismus umírá nedostatkem kyslíku). Zkapalněn tvoří bezbarvou kapalinu, v pevném stavu je sněhově bílý. Sloučeniny dusíku se lehce rozkládají, často velmi prudce, s výbuchem, přitom vznikají velmi stálé molekuly volného dusíku. Volný dusík je energicky velmi chudý, proto na jeho aktivaci je třeba dodat mnoho vnější energie (teplo nebo elektrický výboj). Aktivovaný dusík je velmi reaktivní, reaguje s většinou prvků. Zahřátím s křemíkem, hliníkem a borem vznikají nitridy.

Dusík je důležitý biogenní prvek. Je nedílnou součástí aminokyselin důležitých pro stavbu rostlin a živočichů.

Je základní surovinou pro výrobu amoniaku  $\text{NH}_3$ , kyseliny dusičné  $\text{HNO}_3$  a mnoha dalších sloučenin, používaných k výrobě hnojiv, léčiv a barviv.

Dusík je obsažen ve vzduchu 78 %, v přírodě se vyskytuje pouze ve sloučeninách.

## FLUOR

Fluor je za normálních podmínek zelenožlutý plyn (barva je patrná jen v silnější vrstvě).

Barva je bledší než chlor, pronikavého zápachu, silně leptá dýchací orgány, je nedýchatelný a velmi jedovatý.

## FOSFOR

### Bílý fosfor:

Modifikace fosforu při 20 °C, voskovitá, měkká, za nízkých teplot křehká, pevná látka bílé barvy, ve vodě nerozpustná, rozpouští se v sirouhlíku  $\text{CS}_2$ , benzenu  $\text{C}_6\text{H}_6$  a jiných organických rozpouštědlech. Bílý fosfor je prudce jedovatý (smrtící dávka 0,15 g). Vzhledem k jeho rozpustnosti v tucích, nesmí se přijít do styku s pokožkou, při kterém způsobuje hnisavé a špatně se hojící rány.

Na vzduchu se okysličuje a přitom světélkuje (fluorescence), při mírně zvýšené teplotě se vzněcuje a hoří na oxid fosforečný  $\text{P}_2\text{O}_5$ , proto se uchovává pod vodou. S kovy se přímo slučuje na fosfidy, se sírou a halovými prvky vznikají velmi jedovaté a nestabilní sloučeniny.

### Červený fosfor:

Bílý fosfor se pozvolna mění a zabarvuje se do žluta vznikající druhou modifikací fosforu, fosforem červeným, přičemž se molekuly bílého fosforu navzájem spojují, řetězí a vznikají obrovské molekuly. Červený fosfor je málo reaktivní, velmi stálý, na vzduchu se vzněcuje až při teplotě 250 °C (sublimuje a



při ochlazení páry přechází opět v bílý fosfor) a není jedovatý. Nerozpouští se v žádném rozpouštědle.

#### **Černý fosfor (klencový):**

Rozpouštěním červeného fosforu v roztaveném olově a následným ochlazením, se z taveniny vylučují černé a kovově lesklé klencové krystalky černého fosforu. Tato přeměna nastane i zahřáním červeného fosforu na 580 °C v atmosféře dusíku, oxidu uhličitého CO<sub>2</sub> nebo bez přístupu vzduchu.

#### **Použití:**

Bílého fosforu se dříve používalo k hubení potkanu a krysu, dnes se však vzhledem k velké jedovatosti od tohoto použití upustilo. Velké množství červeného fosforu se spotřebuje k výrobě zápalek a v pyrotechnice. Sloučeniny fosforu se používají k výrobě prostředků proti živočišným škůdcům, k výrobě hnojiv a v neposlední řadě k výrobě bojových látek.

## **HELIUM**

Helium je za normálních podmínek bezbarvá plynná látka.

Helium má ze všech známých plynů nejnižší teplotu tání a varu, v kapalném stavu je výborným vodičem elektrického proudu a má velmi malou viskozitu (supravodivost a supratekutost). Helium je bez chuti a zápachu, rozpustný ve vodě 0,000 174 g ve 100 g vody (při 20 °C a tlaku 100 kPa).

Helium patří do skupiny vzácných plynů.

#### **Použití:**

Helium se používá v chemii a speciálním hutnictví jako ochranný plyn (např. při výrobě titanu), spolu s dalšími vzácnými plyny jako náplně do výbojek a laserových trubic.

## **HLINÍK**

Hliník je za normálních podmínek stříbrolesklá pevná látka.

Hliník je měkký kov s malou hustotou, je výborný vodič tepla a elektrického proudu, kujný, tažný, dá se vytáhnout na tenký drát a vyválcovat na tenkou fólii. Hliník patří mezi nejvýznamnější technické kovy. Je odolný vůči korozi, neboť se na vzduchu pokrývá tenkou vrstvou oxidu hlinitého Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, který brání další oxidaci (této vlastnosti se využívá k ochraně předmětů vyrobených z kovového hliníku a vrstva oxidu se na povrchu uměle vyvolává anodickou oxidací tzv. eloxování). Při silném zahřátí se prudce slučuje s kyslíkem a hoří oslnivým plamenem, přičemž se uvolní velké množství tepla.

#### **Použití:**

Kovový hliník se používá na výrobu vodičů elektrického proudu, při výrobě

různých užitkových předmětů, obalů apod. Odolnost a mechanické vlastnosti se zlepšují ve slitinách, které se uplatňují v automobilovém a leteckém průmyslu a ve stavebnictví jako konstrukční materiál.

## HOŘČÍK

Hořčík je za normálních podmínek stříbrobílá pevná látka.

Je měkkým, kujným a tažným kovem, velmi lehkým, dobrým vodičem tepla a elektrického proudu, dobře slévatelným, v suchém vzduchu stálý.

Při 700-800°C reaguje se vzdušným kyslíkem a hoří oslnivě bílým plamenem na oxid hořečnatý MgO.

Hořčík je biogenní prvek, je vázaný v chlorofylu, který je nezbytný pro průběh fotosyntézy a tím existenci rostlin a nepřímo i živočichů.

### Použití:

Kovový hořčík se používá na výrobu velmi lehkých slitin pro automobilový a letecký průmysl, oxid hořečnatý MgO (pálená magnezie) se používá na výrobu vyzdívek pro vysoké pece, křemičitany hořečnaté (mastek, azbest) se používají na výrobu žáruvzdorných materiálů a slída na výrobu izolace v elektrotechnice.

## CHLOR

Chlor je za normálních podmínek žlutozelený plyn.

Chlor je pronikavého zápachu, ve větších dávkách silně leptá dýchací orgány (jeho účinky se mohou projevit až po několika hodinách).

## CHROM

Chrom je za normálních podmínek bílý, lesklý, tvrdý a křehký kov, dobrý vodič tepla a elektrického proudu. Je chemicky velmi stálý, na vzduchu téměř neoxiduje, Toxicita sloučenin chromu roste s jejich oxidačním stupněm. Za nejnebezpečnější jsou pokládány sloučeniny Cr<sup>VI</sup>. Procházejí totiž vcelku snadno buněčnou stěnou. Sloučeniny Cr<sup>III</sup> se váží nejvíce na krevní bílkoviny. Onemocnění způsobená chromem se projevují různě. Při inhalaci se poškozují horní dýchací cesty, vznikají nádory na plicích, záněty sliznic a další. Na pokožce se objevují těžko hojitelné vředy, které pronikají hluboko do kůže, svalstva a kostí. Chrom navíc disponuje mutagenními účinky, tzn., způsobuje změny ve struktuře DNA.

## JOD

Jod je za normálních podmínek namodralá, fialově černá pevná látka.

Jod tvoří lesklé krystalky pronikavého zápachu, silně leptá dýchací orgány. Již



při normální teplotě sublimuje ve fialové páry. Ve vodě  $H_2O$  špatně rozpustný, lépe v etanolu.

Jod je biogenní prvek. Je nezbytně nutný pro tvorbu hormonu tirozinu, který je důležitý pro řízení životních funkcí.

### **Použití:**

Jod je důležitou surovinou při výrobě četných anorganických a organických látek, které mají uplatnění především v lékařství.

### **Zdroj:**

Jod se v přírodě vyskytuje pouze ve sloučeninách. Nikdy se nevyskytuje v těžitelném množství. Získává se z popela mořských chaluh (až 1% I) nebo při čištění chilského ledku, jehož je příměsí jodid sodný NaI (až 2% I).

## **MĚĎ**

Měď je za normálních podmínek načervenalá, lesklá, pevná látka.

Měď je po železe nejdůležitější technický kov. Výborný vodič tepla a elektrického proudu, tažný, kujný, nemagnetický, na suchém vzduchu stálý, na vlhkém vzduchu se pokrývá zelenou vrstvou hydrogenuhličitanů mědi, která chrání měď před další oxidací měďnatého S kovy tvoří měď slitiny v některých případech velkého technického významu (mosazi, bronzy).

Vzhledem k výborné elektrické vodivosti se elektrolytická měď používá na výrobu vinutí motorů, transformátorů apod., vodičů a kabelů, výborné tepelné vodivosti se využívá na výrobu teplonosných trubek a kotlů, odolnosti mědi povětrnostním podmínkám se využívá při výrobě plechů na pokrývání střech kostelů apod. Velké množství mědi se spotřebuje na výrobu bronzů (měď + cín), mosazi (měď + zinek) a mnoho jiných slitin, které se používají na výrobu vodovodních a plynovodních armatur, v sochařství a uměleckém kovotepectví, na výrobu mincí, zámků apod.

## **RTUŤ**

Rtuť je za normálních podmínek stříbrobílá kapalina.

Rtuť je ušlechtilý kov, nemagnetický, dobrý vodič tepla a elektrického proudu, na vzduchu stálý i za zvýšené teploty. Rtuť je chemicky odolná, rozpouští se v koncentrované kyselině sírové  $H_2SO_4$ , kyselině dusičné  $HNO_3$  podle koncentrace za uvolňování oxidu dusnatého NO nebo oxidu dusičitého  $NO_2$ . Odolná vůči hydroxidům, snadno reaguje se sírou a halogenidy. Kromě železa, kobaltu a niklu tvoří s většinou kovů slitiny tzv. amalgamy.

Rtuť a její rozpustné sloučeniny jsou prudce jedovaté. V současné době je rtuť a její sloučeniny považována za jeden z nejzávažnějších kontaminantů v životním

prostředí. Do organismu proniká plicemi, trávicí soustavou, i přes pokožku. Rtuť a její sloučeniny se v těle akumulují v šedé kůře mozkové, později v ledvinách, játrech a v krvi. Otrava se projevuje prudkými bolestmi břicha, rychlým selháním ledvin. Postižený bývá agresivní, dochází u něj k neovladatelnému třesu končetin, poruchám vidění, nekoordinovaným pohybům.

### **Použití:**

Vzhledem k stále tepelné roztažnosti se rtuť používá do teploměrů a vzhledem ke své vysoké hustotě se používá do tlakoměrů. Dalšího uplatnění nachází rtuť v lékařství k přípravě zubních plomb, při získávání zlata z rud, při pozlacování, v elektrotechnice k výrobě spínačů a supravodivých látek, při elektrolytické výrobě sodíku apod.

## **SÍRA**

### **Kosočtverečná (rombická, roubíková):**

Modifikace síry při 20 °C, žlutá pevná látka, tvoří krystaly kosočtverečné. Má malou elektrickou a tepelnou vodivost, ve vodě je nerozpustná, rozpouští se v sirouhlíku CS<sub>2</sub>, chloridu uhličitém CCl<sub>4</sub> a některých organických rozpouštědlech.

### **Jednoklonná:**

Zahřáním nad 95 °C se mění kosočtverečná modifikace na modifikaci jednoklonnou. Tato modifikace je stabilní pouze při teplotě nad 95 °C, při obyčejné teplotě se mění zpět na kosočtverečnou.

### **Plastická:**

Náhlým ochlazením roztavené síry připravíme síru plastickou, beztvárovou, která má molekuly vytvořené jako přímé řetězce.

### **Sírný květ:**

Ochlazením sírných par vzniká sírný květ ve formě žlutého prášku, nerozpustného v sirouhlíku.

### **Koloidní:**

Vzniká mletím roubíkové síry v koloidních mlýnech (mletím směsi síry, sirouhlíku a vody) nebo zaváděním sirovodíku do koncentrovaného roztoku oxidu siřičitého za přítomnosti ochranných koloidů (tzv. sírné mléko). Je to okrový prášek bez chuti s charakteristickým zápachem. Je rozpustný v organických rozpouštědlech, s vodou tvoří koloidní roztok.

### **Suspendovaná:**

Vzniká rozkladem polysulfidu vápenatého zředěnou kyselinou chlorovodíkovou.

### **Použití:**

Síra se používá v pyrotechnice, sírného květu se používá v ochraně rostlin proti škůdcům, k vulkanizaci kaučuku, v lékařství (zejména koloidní síra při léčení

kožních chorob), hořící jako dezinfekční prostředek, k výrobě barviv a v největší míře na výrobu průmyslově důležitých sloučenin především kyseliny sírové.

## STŘÍBRO

Stříbro je za normálních podmínek stříbřitě bílá pevná látka.

Stříbro je spolu se zlatem kujný, ušlechtilý kov, nemagneticky nejlepší vodič tepla a elektrického proudu ze všech prvků, na vzduchu stálý, stačí však malé množství sulfanu  $H_2S$  ve vzduchu, aby se potáhlo tmavým sulfidem stříbrným  $Ag_2S$ .

### Použití:

Nejvíce stříbra se spotřebuje v klenotnictví na výrobu šperků, v mincovnictví, k stříbření zrcadel a reflektorů, v elektrotechnice na výrobu kontaktů, halogenidy se používají ve fotografickém průmyslu, na výrobu stříbro-zinkových akumulátorů aj.

## SODÍK

Sodík je za normálních podmínek stříbřitě bílá pevná látka.

Sodík je měkký kov (dá se krájet nožem), při nízkých teplotách křehký. Je vodičem tepla a elektrického proudu. Rozežírá pokožku a způsobuje těžko hojitelné rány. Patří do skupiny alkalických kovů. Již za normálních podmínek je velmi reaktivní. Reaguje se vzdušnou vlhkostí, zahřáním se na vzduchu zapaluje a hoří oslnivě žlutým plamenem na peroxid sodný  $Na_2O_2$ . Bouřlivě reaguje s vodou (prudce rejdí po hladině) za vzniku hydroxidu sodného  $NaOH$  a vodíku, z tohoto důvodu se uchovává pod petrolejem. V chloru se zapaluje, se sírou a fosforem se prudce slučuje. Sodík je biogenní prvek. Je nezbytně nutný pro stavbu těl rostlin ale především živočichů. Do těla se dostává potravou v podobě chloridu sodného  $NaCl$  (kamenná sůl).

## TITAN

Titan je za normálních podmínek lesklá bílá pevná látka.

Titan je velmi tvrdý a křehký kov, v rudném žáru kujný, dobrý vodič tepla a elektrického proudu. Za normálních teplot je chemicky stálý.

## UHLÍK

Uhlík existuje ve dvou alotropických modifikacích.

### Krystalový uhlík (Diamant):

je bezbarvá, průhledná a lesklá pevná látka. Diamant je nejčistší přírodní uhlík. Jeho krystalická mřížka je složená z atomů uhlíku, které jsou jakoby v rozích pravidelného čtyřstěnu. Jsou navzájem vázané, takže celý krystal diamantu je obrovská molekula, ve které je počet atomů daný velikostí krystalu. Vazba

atomu v krystalové mřížce způsobuje, že diamant je čirý a má mimořádnou tvrdost (diamant je nejtvrdší přírodní látka). Diamant vyniká lámavostí světla, která se zvyšuje vhodným výbrusem, např. do tvaru briliantu. Při teplotě nad 800 °C hoří za přítomnosti kyslíku na oxid uhličitý (bez přístupu kyslíku přechází v šesterečnou modifikaci).

#### **Šesterečný uhlík (grafit, tuha):**

je tmavošedá až černá pevná látka. Grafit tvoří šesterečnou krystalovou mřížku, v níž každý atom je poután dalšími třemi atomy uhlíku, uspořádanými v jedné rovině do šestiúhelníku. Jednotlivé roviny tvoří síťovité listky, které se navzájem poutají velmi slabě, proto je tuha měkká (dá se krájet nožem) a lehce se otírá. Grafit je dobrým vodičem tepla a elektrického proudu.

#### **Použití:**

Diamant je nesmírně ceněný drahokam, průmyslově používaný k řezání skla, vrtání hornin a kovů. Lisovaného, vypalovaného a tvarovaného materiálu z přírodního nebo umělého grafitu, z uhlíkatých surovin a pojiv se používá na výrobu kartáčů elektrických strojů, jako materiálu na kontakty, odpory, elektrody tavících a svařovacích pecí, pro sběrače proudu aj. Drcený grafit se přidává do mazacích olejů, protikorozních nátěrů a podobně, kde se využívá dobré kluznosti a chemické stálosti.

## **VÁPNIK**

Vápník je za normálních podmínek stříbrobílá pevná látka.

Je měkkým kovem (dá se ještě krájet nožem), dobrým vodičem tepla a elektrického proudu. Těkávé sloučeniny barví nesvitivý plamen červeně. Vápník je biogenní prvek, spolu s fosforem je nutný pro stavbu kostí živočichů.

## **VODÍK**

Vodík je za normálních podmínek bezbarvý plyn.

Vodík je bez chuti a zápachu, hořlavý, nejedovatý, 14 x lehčí než vzduch.

S kyslíkem nebo vzduchem se slučuje teprve až po zapálení na vodu. Reakce probíhá velmi prudce, výbušně a uvolňuje se při ní velké množství

## **ZINEK**

Zinek je za normálních podmínek namodralá pevná látka.

Zinek je křehký kov, vodič tepla a elektrického proudu. Na vzduchu se pokrývá vrstvičkou oxidu zinečnatého ZnO. Pevnost za stálého zatížení je velmi malá.

## ZLATO

Zlato je za normálních podmínek žlutá, lesklá, pevná látka.

Zlato je spolu se stříbrem kujný, ušlechtilý kov, nemagnetický, výborný vodič tepla a elektrického proudu, na vzduchu stálý i za zvýšené teploty. Zlato je dobře tvárné za tepla i za studena (fólie tloušťky až 0,0001 mm), velmi dobře slévateľné i svařovatelné.

Zlato je chemicky odolné, rozpouští se jen ve rtuti, kyanidech, lučavce královské (kyselina dusičná  $\text{HNO}_3$  a kyselina chlorovodíková  $\text{HCl}$  v poměru 1:3) a činidlech, jež uvolňují chlor.

Nejvíce zlata se spotřebuje v klenotnictví na výrobu šperků a zlatnictví, ve slitinách s mědí, stříbrem a niklem, v lékařství (zvláště ve stomatologii), v mincovnictví, dále ve sklářství k výrobě rubínového skla, ve fotografii, k pozlacování závaží pro přesné váhy, elektrotechnických kontaktů i k výrobě různých sloučenin zlata pro chemický průmysl. Hmotnostní podíl zlata ve slitinách se vyjadřuje počtem karátů: 1 karát představuje hmotnostní podíl zlata rovný  $1/24$ , ryzí zlato je tedy 24 karátové. Předepsaná puncovní značka byl lev v elipse a vedle hodnota slitiny. Ryzost zlata se zjišťuje otřením testovaného zlata o prubířský kámen (druh břidlice) a navlhčením vzniklé čáry 30 % roztokem kyseliny dusičné  $\text{HNO}_3$ . Čím méně je zlata ve slitině, tím rychleji se kovová stopa rozpouští. Ztratí-li se úplně, není předmět zlatý.

## KYSLÍK

Je plynný chemický prvek, tvořící druhou hlavní složku zemské atmosféry. Je biogenním prvkem a jeho přítomnost je nezbytná pro existenci většiny živých organismů na této planetě. Kyslík je velmi reaktivní permanentní plyn, nezbytný pro existenci života na naší planetě. Slučování kyslíku s ostatními prvky se nazývá hoření. Jde prakticky vždy o exotermní reakci, která vede k uvolnění značného množství tepelné a světelné energie. Produkty hoření se nazývají oxidy, dříve kysličníky. Kromě obvyklých dvouatomových molekul  $\text{O}_2$  se kyslík vyskytuje i ve formě tříatomové molekuly jako **ozon  $\text{O}_3$** . Za normálních podmínek je to vysoce reaktivní plyn modré barvy a charakteristického zápachu s mimořádně silnými oxidačními účinky. Při teplotě  $-112\text{ }^\circ\text{C}$  kondenzuje na kapalný tmavě modrý ozon a při  $-193\text{ }^\circ\text{C}$  se tvoří červenofialový pevný ozon.

Mimořádně významnou roli pro pozemský život hraje tzv. **ozonová vrstva atmosféry**, která chrání planetu před ultrafialovým slunečním zářením. Je to část stratosféry ve výšce 25 – 35 km nad zemským povrchem, v níž se nachází značně zvýšený poměr ozonu vůči běžnému dvouatomovému kyslíku. Opakem životu prospěšného ozonu ve stratosféře je přízemní ozon, vyskytující se těsně nad zemským povrchem. Tento plyn je lidskému **zdraví nebezpečný**, působí

dráždění a **nemoci dýchacích cest, zvyšuje riziko astmatických záchvatů, podráždění očí a bolesti hlavy.**

## **ŽELEZO**

Železo je nejrozšířenější přechodný kovový prvek a druhý nejrozšířenější kov na Zemi, je také hojně zastoupen i ve vesmíru. Lidstvu je znám již od pravěku. V přírodě se minerály železa vyskytují velmi hojně a železo se z nich získává redukcí ve vysoké peci. Objev výroby a využití železa byl jedním ze základních momentů vzniku současné civilizace. Železo má všestranné využití při výrobě slitin a pro výrobu většiny základních technických prostředků používaných člověkem. Velmi významné jsou také sloučeniny železa, ať už jde o anorganické, organické nebo komplexní. Železo je také velmi významným biogenním prvkem, v organismu se podílí na přenášení kyslíku k buňkám a tím umožňuje život mnoha organismů na naší planetě.

Železo je poměrně měkký, světle šedý až bílý, **ferromagnetický kov** s malou odolností proti korozi. Železo je ferromagnetické. Chemicky je elementární železo značně nestálé a reaktivní.

Železo je lidstvu známo již od prehistorické doby, avšak ne všechny nálezy v přírodě lze pokládat za lidské výtvoř. Železné kuličky staré 6000 let, které se nachází v přírodě, jsou meteorického původu. O něco mladší nálezy, které vznikly redukcí rud obsahujících železo dřevěným uhlím, nelze považovat za odlité člověkem, protože bez použití měchů nelze dosáhnout patřičné teploty pro jeho redukcí.

První železo vzniklé činností člověka, které bylo možno opracovávat kovářským způsobem, je tzv. houbovitě železo, které vzniklo nízkoteplotní redukcí železné rudy v tzv. zkujňovacím ohništi.