

# Chemie

(učební text)

SOŠ a SOU Trhové Sviny

v. 2010

# Obsah

<b>A.</b>	<b>OBEČNÁ CHEMIE .....</b>	<b>3</b>
I.	Náplň předmětu .....	3
II.	Složení chemických látek .....	3
<b>B.</b>	<b>ANORGANICKÁ CHEMIE - NEKOBY .....</b>	<b>10</b>
I.	Vodík .....	10
II.	Kyslík .....	11
III.	Voda (sloučenina vodíku a kyslíku) .....	12
IV.	Netečné (vzácné) plyny .....	12
V.	Halogeny .....	13
VI.	Síra .....	13
VII.	Selen .....	14
VIII.	Dusík .....	14
IX.	Fosfor .....	15
X.	Uhlík .....	16
XI.	Křemík .....	17
<b>C.</b>	<b>ANORGANICKÁ CHEMIE - KOVY .....</b>	<b>18</b>
I.	Kovy obecně .....	18
II.	Sodík, draslík (alkalické kovy) .....	19
III.	Vápník, hořčík (kovy alkalických zemin) .....	19
IV.	Hliník .....	20
V.	Cín, olovo .....	21
VI.	Přechodné prvky .....	22
VII.	Železo .....	23
VIII.	Měď, stříbro, zlato .....	24
IX.	Zinek, rtuť, uran .....	25
<b>D.</b>	<b>ORGANICKÁ CHEMIE .....</b>	<b>28</b>
I.	Úvod .....	28
II.	Alifatické sloučeniny - řetězce .....	29
III.	Ropa .....	32
IV.	Polymery a plasty .....	34
V.	Detergenty (mycí a prací prostředky) .....	35
VI.	Potrava .....	35
VII.	Cukry (sacharidy) .....	36
VIII.	Tuky (lipidy) .....	37
IX.	Bílkoviny (proteiny) .....	38
X.	Vitamíny .....	38
XI.	Enzymy .....	39
<b>E.</b>	<b>DODATKY .....</b>	<b>41</b>
I.	Chemické názvosloví .....	41
II.	Aromatické uhlovodíky .....	41

Pozn.

V zájmu lepšího pochopení základních souvislostí je učivo podáno zjednodušeně a některé komplikující vztahy jsou pominuty, to vše přiměřeně účelu tohoto učebního textu (učební obor Kuchař – číšník, Malř a lakýrník).

# A. Obecná chemie

## I. Náplň předmětu

### 1. Definice chemie

**Chemie** je věda, která se zabývá *vlastnostmi* a *stavbou chemických látek* a jejich *reakcemi* mezi sebou.

**Chemická látka** je vše, z čeho mohou být vytvořeny hmotné objekty. Je to prakticky všechno hmotné, co existuje. Chemické látky mohou existovat v plynném, kapalném nebo pevném *skupenství*. (Dále budeme chemickým látkám říkat už jen „látky“.)

### 2. Rozdělení chemie

Podle toho, jakými látkami se zabývá, se chemie rozděluje:

♦ **anorganická chemie**

zabývá se látkami, pocházejícími z neživé přírody – *anorganickými* látkami

♦ **organická chemie**

původně se zabývala látkami, které pocházely z *živých organismů* – proto organické látky; postupně bylo vytvořeno také ohromné množství *syntetických organických* látek. Organické látky jsou **sloučeniny uhlíku** mimo uhličitany a oxidů.

### 3. Náplň předmětu

- *obecná chemie* – směsi látek, roztoky, stavby atomu, periodická soustava prvků, chemické reakce
- *anorganická chemie* – výskyt, sloučeniny, význam a použití jednotlivých prvků
- *organická chemie* – základní organické sloučeniny
- *přírodní a syntetické látky* – ropa, plasty, živiny (bílkoviny, tuky, cukry, vitamíny)

#### OTÁZKY:

- (1) Čím se zabývá chemie?
- (2) Co je to chemická látka?
- (3) Která část chemie se zabývá sloučeninami uhlíku?
- (4) Co budeme probírat v obecné chemii?

## II. Složení chemických látek

Složení chemických látek můžeme popisovat z různých pohledů. Můžeme se zabývat částicemi, z nichž se látka skládá (atomy a molekuly), nebo chemickým složením látky (prvky, sloučeniny, směsi).

### 1. Atomy a molekuly (částicové složení)

Všechny chemické látky se skládají z **atomů**. Atomy jsou nejmenší částice, které se mohou účastnit chemických reakcí. Atomy se *skládají z jadra a obalů*. V jádře jsou protony a neutrony, obaly jsou tvořeny elektrony. *Protony* mají kladný elektrický náboj, *elektrony* záporný náboj, *neutrony* jsou bez náboje. Částice s odlišným nábojem se vzájemně přitahují, částice se stejným nábojem se odpuzují.

Atomy se mohou slučovat do složitějších částic, do **molekul**. Molekuly jsou nejmenší částice, které mohou samostatně trvale existovat (až na výjimky). Molekuly mohou být vytvořeny z *atomů jednoho prvku* (O<sub>2</sub>) nebo z *atomů různých prvků* (H<sub>2</sub>O). Atomy v molekule jsou vzájemně spojeny *chemickou vazbou*.

### 2. Prvky, sloučeniny, směsi (látkové = chemické složení)

Chemické látky mohou podle svého chemického složení být prvky, sloučeniny nebo směsi.

♦ **prvky**

Prvky se skládají z atomů stejného druhu (atomy mají stejný počet protonů = stejné *protonové číslo*). Chemickou reakcí je nelze rozložit na jednodušší látky. Každý prvek má svůj *český název* (např. vodík), *latinský název* (Hydrogenium) a *značku* (např. H).

Podle počtu protonů jsou prvky seřazeny v *periodické soustavě prvků* (Mendělejevova tabulka).

Podle svých fyzikálních a chemických vlastností se mohou prvky rozdělit na dvě velké skupiny – **kovy** (Fe, Cu, Na, Ca) a **nekovy** (O, P, S, C).

### ♦ *sloučeniny*

Sloučeniny jsou chemicky čisté látky, které se skládají z molekul stejného druhu (v těchto molekulách však mohou být atomy různých prvků). Např. chemicky čistá voda se skládá jen z molekul vody, tj.  $H_2O$ .

Sloučeniny mohou stejně jako prvky chemicky reagovat s jinými sloučeninami či s prvky a vytvářet tak nové sloučeniny či prvky. Chemicky tedy můžeme sloučeniny rozložit na jednodušší látky.

### ♦ *směsi*

Směs je látka, která se skládá z více sloučenin, obsahuje tedy různé molekuly. Směsi můžeme rozdělit na:

- *Stejnorodé* (homogenní) – všechny složky směsi jsou promíchány tak, že je nemůžeme rozlišit a nedají se mechanicky oddělit (roztok cukru ve vodě).
- *Různorodé* (heterogenní) – molekuly jednotlivých složek jsou spojeny do větších struktur, např. krystalů, a proto je můžeme ve směsi rozlišit (a většinou také mechanicky oddělit) – např. směs písku a vody.

Pokud ve směsi jedna složka výrazně převažuje, označujeme ji jako *prostředí*. (Např. 1% roztok soli ve vodě – voda je prostředí.). Když se prostředí a rozptýlená složka vzájemně vymění, dostaneme zcela jinou směs – např. plyn v kapalině je pěna, kapalina v plynu je sprej.

### Tabulka: Příklady stejnorodých (S) a různorodých (R) směsí

(za pokojové teploty)

Složka	prostředí			
		<i>plynné</i>	<i>kapalně</i>	<i>pevně</i>
<i>plyn</i>	S	všechny směsi plynů (vzduch), vůně a pachy	plyn, rozpuštěný ve vodě (např. kyslík, který dýchají ryby)	led (v něm je rozpuštěný vzduch)
	R	x	pěna, bublinky v minerálce	suchá houba, cihla
<i>kapalina</i>	S	vodní pára ve vzduchu (není vidět)	láh, rozpuštěný ve vodě (nebo alkoholický nápoj)	vlhká sůl či jiná vlhká pevná látka
	R	mlha, sprej	emulze (olej s vodou)	mokrý houba, cihla
<i>pevná látka</i>	S	x	rozpustná pevná látka (sůl, cukr) ve vodě	slitiny (např. mosaz, bronz aj.), některé nerosty
	R	prach ve vzduchu, kouř	suspenze (voda s pískem, některé léky – před použitím protřepat)	zmrzlá houba, horniny (žula)

### OTÁZKY:

- (1) Z jakých částic se skládají chemické látky?
- (2) Čím jsou spojeny atomy v molekule?
- (3) Proton a elektron se vzájemně odpuzují nebo přitahují? Proč?
- (4) Definuj atom a molekulu.
- (5) Z jakých atomů se skládají prvky a z jakých molekuly?
- (6) Rozděl prvky na dvě velké skupiny, z každé alespoň 3 příklady.
- (7) Voda, vodík, oxid uhličitý, pivo, železo, buchtá, dusík, chlorid sodný – u každého uveď, zda je to prvek, sloučenina nebo směs.
- (8) Můžeme sloučeninu chemicky rozložit na jiné látky? Na které látky?
- (9) Co je to směs?
- (10) Čím se liší homogenní a heterogenní směs?
- (11) Co je prostředí, když mluvíme o směsích? Uveď 2 příklady.
- (12) Uveď příklad na tyto směsi: heterogenní kapalina v kapalině; homogenní pevná látka v pevné látce; heterogenní pevná látka v plynu; homogenní plyn v kapalině; homogenní kapalina v pevné látce

### 3. Chemické značky a vzorce

(navazuje na znalosti ze základní školy)

#### ♦ *vybrané značky prvků*

plyny H, O, N, He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, F, Cl  
ostatní nekovy C, P, B, Si, S, Br, I  
kovy a polokovy Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn, Pb, Al, Ag, Au, Pt, Hg, W

#### ♦ *vybrané vzorce sloučenin*

oxidy *nekovů*  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ , kovů  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$   
kyseliny *silné*  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$  *slabé*  $H_2CO_3$ ,  $H_3PO_4$

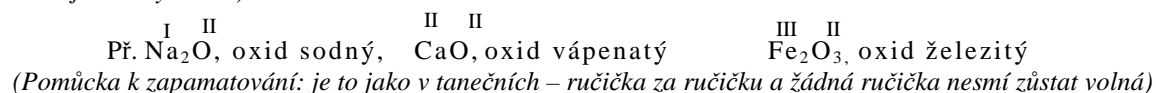
hydroxidy soli	<i>silné</i>	NaOH, KOH, NaCl, ZnSO <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KNO <sub>3</sub> , Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	<i>slabé</i>	Ca(OH) <sub>2</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub>
-------------------	--------------	--	--------------	---

Jednotlivé chemické prvky a chemické skupiny spolu reagují podle svých vazností. **Vaznost (oxidační číslo) je počet atomů vodíku, s nimiž se atom prvku či skupina může sloučit.** Může být kladná nebo záporná. Vodík má vaznost vždy +I, kyslík vždy -II.

#### Význam čísel ve vzorcích

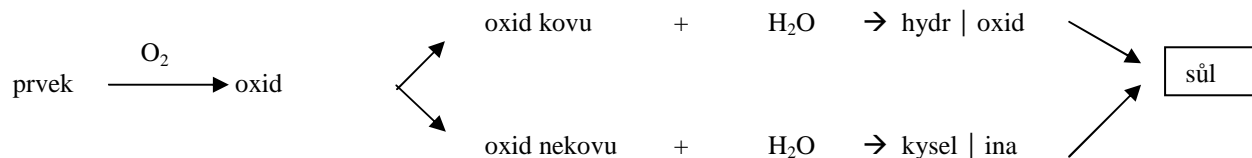
Rímskou číslicí nad značkou prvku se označuje *vaznost prvku*. Počet atomů prvku ve sloučenině se označuje arabskou číslicí pod značkou prvku (např. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), jednička se nepíše. Pokud je chemických skupin více než jedna, celá skupina se dá do závorky a počet skupin se napíše za závorku (např. Fe(OH)<sub>3</sub>). Počet molekul se označuje arabskou číslicí před vzorcem molekuly (např. 2H<sub>2</sub>O).

Můžeme použít **křížového pravidla** (číslo, které je u prvního prvku či skupiny nahoře, se napíše ke druhému prvku či skupině dolů; když vynásobíme vaznost počtem atomů, musíme u prvního i druhého prvku dojít ke stejnému výsledku).



V českém chemickém názvosloví pomáhají správnému určení vazností také **koncovky** -ný, -natý, -itý ...atd.

#### Schéma: Odvozování základních chemických látek



*Je třeba mít na paměti, že ne všechny teoreticky možné reakce se dají prakticky uskutečnit.*

Název **sůl** v chemii platí nejen pro chlorid sodný, je to obecné označení pro látku, která vzniká reakcí kyseliny a hydroxidu. Pokud má kyselina více vodíků (např. H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) a kovem se nahradí jen některé, vzniká **hydrosůl** (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) – zůstal jeden H či dihydrosůl (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) – zůstaly dva.

#### Tabulka: Koncovky vazností a konkrétní příklady

vaznost	koncovka	příklady
I.	-ný	sodný, draselný, stříbrný,
II.	-natý	vápenatý, hořečnatý, železnatý, měďnatý, olovnatý, rtuťnatý, uhelnatý
III.	-itý	železitý, boritý, hlinitý,
IV.	-ičitý	uhličitý, křemičitý, uhličitý, siřičitý, cínicitý
V.	-ečný, -ičný	fosforečný,
VI.	-ový	sírový, uranový
VII.	-istý	manganistý
VIII.	ičelý	osmičelý

#### Tabulka: Vaznosti běžných chemických skupin

skupina	vaznost	skupina	vaznost
SO <sub>4</sub>	II.	NO <sub>3</sub>	I.
CO <sub>3</sub>	II.	OH	I.
PO <sub>4</sub>	III.		

Názvy většiny anorganických sloučenin se skládají z podstatného a přídavného jména (oxid uhelnatý, síran sodný). Podstatné jméno udává druh sloučeniny (síran), přídavné jméno určuje většinou kov ve sloučenině.<sup>1</sup> Při vytváření vzorce sloučeniny z jejího názvu tedy nejdříve napíšeme kov (např. Na) a za něj druh sloučeniny (SO<sub>4</sub>). Pak za použití křížového pravidla doplníme počty atomů v molekule (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

#### OTÁZKY:

- Vyjmenuj značky 5 plynů, 5 ostatních nekovů, 5 kovů.
- Vyjmenuj vzorce a názvy 2 oxidů kovu a 2 oxidů nekovu.

<sup>1</sup> Nebo prvek s vyšší elektropozitivitou.

- (3) Uveď vzorec a název slabé a silné kyseliny a slabého a silného hydroxidu.  
 (4) Co je to vaznost?  
 (5) Jakou vaznost má kyslík a jakou vodík?  
 (6) Vysvětli význam číslic ve vzorcích: 2 ZnSO<sub>4</sub>, 3 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>  
 (7) Vysvětli použití křížového pravidla na 2 příkladech.  
 (8) Co vznikne, když oxid kovu reaguje s vodou?  
 (9) Při jaké reakci vznikne sůl?  
 (10) Jaká je vaznost prvku v těchto sloučeninách: manganitý, uhličitý, železitý, sodný, železnatý.  
 (11) Vyjmenuj vždy koncovku a 1 příklad u každé vaznosti (I. -ný, sodný; II. -natý, ... atd.)

#### 4. Chemické rovnice

Chemické rovnice vyjadřují průběh chemických reakcí. Je nutno dodržovat určitá **pravidla**:

1. *Počty atomů jednotlivých prvků* musí být na obou stranách rovnice *stejně*. V případě potřeby vezmeme do rovnice více molekul.
2. Nejprve napíšeme vzorce látek podle průběhu reakce a pak teprve doplníme počty molekul.
3. Nejběžnější úpravou je, že na jedné straně vezmeme 2 molekuly nebo na jedné straně 2 molekuly a na druhé 3 molekuly, vždy hledáme nejmenší společný násobek. (např.  $3 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3 + \text{O}_2$ )

#### Rovnice vybraných chemických reakcí

##### ♦ prvek a kyslík (oxidace, spalování)



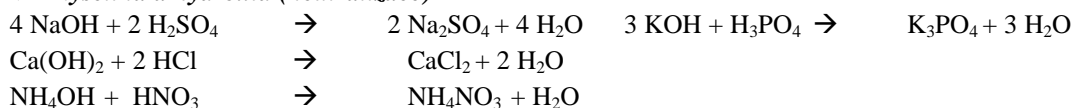
##### ♦ oxid nekovu a voda (vznik kyseliny)



##### ♦ oxid kovu a voda (vznik hydroxidu)



##### ♦ kyselina a hydroxid (neutralizace)



#### 5. Stavba atomu

Atom se skládá z jádra a elektronových obalů. **Jádro** obsahuje kladné protony a neutrální neutrony. Hmotnost protonu nebo neutronu je  $1,7 \times 10^{-27}$  kg. V jádře je soustředěno 99,97% veškeré hmoty atomu. Kdyby celý atom měl průměr 1 km, jádro by mělo jen 1 cm. **Proton** má elementární kladný náboj.

**Elektron** má elementární (dále už nedělitelný) záporný náboj. Jeho hmotnost je ještě 2 000x menší než hmotnost protonu. Kdyby proton vážil 1 tunu, elektron by byl těžký jen 0,5 kg. *Elektrony obíhají kolem jádra ve vrstvách* (sférách). Čím vyšší sféra, tím vyšší energii musí mít elektrony, které na ní obíhají. Aby se elektron dostal do vyšší sféry, musí dostat další energii. Naopak pokud elektron klesne na nižší sféru, energii vyzáří ve formě fotonu (elementárního světelného záblesku).

Na principu současného „seskoku“ elektronů na nižší sféru je založen **laser**. Tím vznikne světelný impuls o stejné vlnové délce, který má mimořádné vlastnosti a rozsáhlé použití (mj. i CD-přehrávače).

*Poslední sféra se nazývá valenční*. V ní jsou valenční elektrony, které se podílejí na vzniku chemických vazeb. Pokud je valenční sféra zcela zaplněná, prvek je zcela netečný – netečné plyny He, Ne, Ar.... Ostatní prvky „usilují“ ve sloučeninách získat stejnou konfiguraci valenční sféry, jakou mají netečné plyny, protože je to energeticky nejvýhodnější.

**Izotopy** jsou modifikace téhož prvku, jenž se *odlišují různým počtem neutronů*. Počet protonů zůstává stejný. Např. vodík se může vyskytovat jako běžný lehký vodík bez neutronu, jako deuterium s jedním

neutronem či vzácně jako nestabilní tritium se dvěma neutrony. U uranu je druh izotopu důležitý pro jeho praktické využití.

#### OTÁZKY:

- (1) Kolik by vážily elektrony, kdyby celý atom vážil 10 tun? (3 tuny, 3 kg, 3 g, 3 mg?)
- (2) Jaký elektrický náboj mají proton, neutron, elektron?
- (3) Co se stane, když elektron „seskočí“ na nižší oběžnou sféru? Co musí elektron dostat, aby mohl „vyskočit“ na vyšší sféru?
- (4) Jak souvisí s předchozí otázkou CD-přehrávače?
- (5) Které elektronová sféra je valenční a jaký má význam?
- (6) Proč všechny atomy „usilují“ mít zaplněnou valenční sféru? Které prvky ji mají zaplněnou?
- (7) Čím se liší dva izotopy téhož prvku? Vymenuj a vysvětli alespoň 2 příklady.

### 6. Disociace chemických látek, kyseliny a zásady (hydroxidy)

Některé chemické látky se v roztoku rozkládají neboli *disociují* na ionty. Kladné ionty se nazývají **kationty** a záporné **anionty**. Tyto ionty pak vstupují do chemických reakcí.

Kovy vytvářejí většinou kationty ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ) a nekovy vytvářejí anionty ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Aniont i kationt může být prvek nebo celá skupina.

Voda disociuje na  $\text{H}^+$  a  $\text{OH}^-$ . U kyselin se oddělí kationt  $\text{H}^+$  od zbytku kyseliny, hydroxidy disociují na kovový kationt (např.  $\text{Na}^+$  a aniont  $\text{OH}^-$ ).

Podle toho, jak disociují, rozdělujeme látky na kyseliny, zásady a látky neutrální. Kyselost či zásaditost se označuje jako **reakce** a vyjadřuje se ve **stupnici pH** od 0 do 14. Roztok s pH 0 je maximálně kyselý, roztok s pH 14 maximálně zásaditý. Neutrální je roztok s pH 7 (např. voda).

- **Kyselina** je látka, která *uvolňuje vodíkový kationt  $\text{H}^+$*  (což je vlastně samotný *proton*). Roztoky kyselin mají kyselou chuť a ve vyšší koncentraci působí jako silná žravina (!). Rozpouštějí kovy, které jsou reaktivnější než vodík, s hydroxidy tvoří soli.
- **Zásada** je látka, která je schopna *vodíkový kationt  $\text{H}^+$  (proton) přijmout*. Zásadité jsou hydroxidy a oxidy kovů a amoniak. Zásada rozpustná ve vodě se nazývá *louh*. Silné zásady jsou rovněž nebezpečné žraviny.

#### OTÁZKY:

- (1) Co to znamená, když se řekne, že chemická látka (např. NaCl) v roztoku **disociuje**?
- (2) Které prvky vytvářejí anionty a které kationty? Uveď od každého 2 příklady.
- (3) Jak disociují tyto sloučeniny a proč: voda, kyselina sírová, kyselina chlorovodíková, hydroxid sodný, síran vápenatý, chlorid sodný?
- (4) Jak se vyjadřuje kyselost či zásaditost látek?
- (5) Co je to kyselina?
- (6) Jak se nazývá látka, která je schopna přijímat protony?
- (7) Jakou reakci má amoniak a jakou voda?
- (8) Proč jsou silné kyseliny a silné zásady nebezpečné?

### 7. Periodická soustava prvků

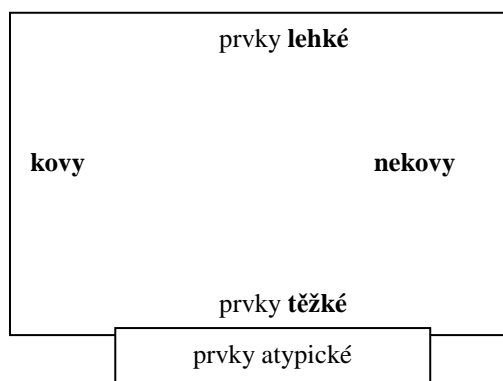
Když začátkem 19. století bylo známo již větší množství prvků, bylo třeba je nějak uspořádat. **Prvky byly seřazeny podle relativní atomové hmotnosti**. *Relativní atomová hmotnost* zhruba vyjadřuje, kolikrát má atom daného prvku větší hmotnost než atom vodíku<sup>2</sup>. *Relativní hmotnost* je to proto, že hmotnost prvku nevyjadřujeme ve váhových jednotkách (kg, mg), ale porovnáváme jej s hmotností jiného prvku.

Když prvky byly takto seřazeny do řady, zjistilo se, že **s každým osmým prvkem se jejich vlastnosti zhruba opakují**. Proto vědci řadu prvků vždy za osmým prvkem zalomili a tím vznikla tabulka.

Ruský vědec **Mendělejev** roku 1869 tuto tabulku upravil tak, že:

- prvky, které svými vlastnostmi neodpovídaly, zařadil pod tabulku,
- a naopak vynechal volná místa pro prvky, které dosud nebyly objeveny.

Tato tabulka se v podstatě používá doposud. **Řádkám** se zde říká *periody*, **sloupcům** se říká *skupiny*. **Všechny prvky ve skupině (pod sebou) mají ve valenční sféře stejný počet elektronů a podobné chemické vlastnosti**. Shora dolů přibývá počet elektronových sfér.



<sup>2</sup> Přesněji řečeno než 1/12 hmotnosti atomu uhlíku.

**OTÁZKY:**

- (1) Podle jaké vlastnosti jsou prvky seřazeny?
- (2) Proč byla původní řada prvků zalomena do nové řádky vždy za každým osmým prvkem?
- (3) Jak upravil původní tabulku prvků vědec Mendělejev?
- (4) Co mají stejného nebo podobného prvky, které jsou v jedné skupině (sloupci)?
- (5) Kde jsou v tabulce umístěny prvky lehké a kde kovy?
- (6) Co znamená „relativní hmotnost“? Uveď příklad.

**8. Chemické vazby**

Podstatou chemických vazeb je tendence prvků *zcela zaplnit valenční sféru atomu*. Pokud je jako valenční první sféra, k jejímu zaplnění postačí 2 elektrony. K zaplnění dalších sfér je třeba 8 elektronů. Pokud k doplnění chybí jen několik elektronů, atom se je „snaží“ získat od jiného atomu, kterému elektrony přebývají. Zcela zaplněnou valenční sféru mají netečné plyny (He, Ne, Ar...). Existují 2 hlavní druhy chemické vazby:

♦ **vazba iontová**

Je to vazba mezi aniontem a kationtem. Je to silná vazba, k jejímu rozštěpení je třeba mnoho energie. Látky s iontovou vazbou jsou obvykle tvrdé a křehké, mají vysoký bod tání, dobře vodí elektrický proud (i v roztoku) a dobře vodí teplo. Příklad: kuchyňská sůl NaCl, oxid hořečnatý MgO.

*Příklad:*



*Sodík Na měl ve valenční sféře jen jeden elektron. Neměl naději, že by někde sehnal chybějících 7 elektronů k doplnění sféry na 8, proto přebývající elektron „prodal“. V jádře však měl ke každému elektronu jeden proton a nyní mu jeden proton a tím i jeden kladný náboj přebýval. Tím vznikl kladně nabitý kationt  $\text{Na}^+$ .*

*V opačné situaci byl chlór Cl. Do uzavření valenční sféry mu chyběl jeden jediný elektron. Koupil jej tedy od sodíku, ale v jádře mu pak chyběl jeden proton, aby vyrovnal jeho záporný náboj. Tím vznikl záporný aniont  $\text{Cl}^-$ .*

♦ **vazba kovalentní**

Oba sloučené atomy mají *společný elektronový pár*, který obíhá ve společné sféře. Společných elektronových párů může být i více – dva až tři. Kovalentní sloučeniny jsou za pokojové teploty obvykle kapalné nebo plynné (mají nízký bod tání) a nevedou elektrický proud. Příklad: kyslík  $\text{O}_2$ , chlór  $\text{Cl}_2$ , voda  $\text{H}_2\text{O}$ , amoniak  $\text{NH}_3$ .

**OTÁZKY:**

- (1) Co je podstatou chemické vazby?
- (2) Které základní druhy chemické vazby znáš?
- (3) Jaké vlastnosti má látka s iontovou vazbou? Uveď příklad.
- (4) Jakou vazbou jsou vázány molekuly vody, kyslíku, amoniaku?
- (5) Kolik elektronů musí mít atom ve valenční sféře, aby byl „netečný“?

**9. Roztoky**

Roztok je homogenní směs rozpouštědla (je ho obvykle daleko více) a rozpouštěné látky (obvykle méně). Voda se vždy považuje za rozpouštědlo.

Pokud se molekuly rozpouštěné látky promísí s molekulami rozpouštědla, vzniká *pravý roztok*. V opačném případě vznikne *roztok nepravý* (koloidní).

*Nasyčený roztok* je roztok, který za dané teploty už nepřijímá další rozpouštěnou látku. **Rozpustnost** určité látky je počet gramů látky, která se za laboratorní teploty rozpustí ve 100 g rozpouštědla. Čím je vyšší teplota, tím je rozpustnost pevných látek větší (v horkém čaji se cukr snáze rozpustí než ve studeném). U plynů je tomu naopak – ve studené vodě je více rozpuštěného kyslíku, v teplé vodě je ho málo a rybám se špatně dýchá.

**Koncentrace** roztoku v % vyjadřuje množství rozpuštěné látky ve 100 ml výsledného roztoku. (8% ocet je 8 ml kyseliny octové a 92 ml vody, dohromady 100 ml).

U vody 1 ml = 1 g. Proto u pevných látek můžeme rozpuštěnou látku vyjádřit v g a rozpouštědlo v ml.

Při rozpouštění některých látek se **teplo** spotřebovává (NaCl), u jiných se teplo uvolňuje (rozpuštění koncentrovaných kyselin či hydroxidů uvolňuje velké množství tepla, mohou až vystříknout a vypálit oči neopatrného „chemika“).

**OTÁZKY:**

- (1) Jak se nazývá látka, které je v roztoku obvykle více než druhé látky?
- (2) Kdy je roztok nasycený?
- (3) Co je třeba udělat, aby nasycený roztok znovu přijímal rozpouštěnou látku?
- (4) Které sloučeniny (příklad) při rozpouštění produkují velké množství tepla?
- (5) Proč se rybám v teplé vodě špatně dýchá?
- (6) Kolik vody a kolik NaCl je ve 200 ml 10% roztoku NaCl?



## 10. Chemické názvosloví

(viz Dodatky na konci učebnice)

## 11. Chemické reakce

Do chemické reakce vstupují **výchozí látky** a v jejím průběhu vznikají **produkty**. **Rychlost reakce** narůstá se zvýšením teploty a tlaku a naopak snížením teploty či tlaku rychlost reakce klesá.

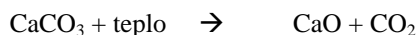
Většina reakcí neproběhne až do konce, tj. k přeměně veškerých výchozích látek na produkty, ale vzniká **chemická rovnováha** – zůstane určitá směs výchozích látek a produktů. Aby reakce dál probíhala, musí se produkt odebírat.

Některé reakce neprobíhají samovolně, musí zde být další látka, tzv. **katalyzátor** (K), který reaguje s výchozí látkou (V1) na meziprodukt (V1K) a ten pak teprve může reagovat s druhou výchozí látkou (V2). Vzniká produkt (P) a katalyzátor se opět uvolní.<sup>3</sup> Běžně je znám platinový katalyzátor z automobilového výfuku, který zajišťuje dokonalejší spálení výfukových plynů.



Chemické reakce v živých organismech probíhají většinou za pomoci bílkovinných katalyzátorů – **enzymů**. Bez enzymů by život nebyl možný. Každý enzym katalyzuje jen určitou reakci - je specifický (např. enzym lipáza štěpí tuky).

Podle **tepelné bilance** u některých reakcí teplo vzniká (*exotermní*) – nejznámější je prudká oxidace neboli hoření. Teplo vzniká i při neutralizaci kyselin hydroxidy. Naopak teplo je pohlcováno při tepelném rozkladu některých látek, např. vápence (reakce *endotermní*).



V mnoha případech průběh chemické reakce nemůžeme pozorovat, protože produkt a výchozí látka se vzhledem neliší. U takových reakcí se používá další chemická látka, **indikátor**. Indikátor reaguje s produktem za vzniku nápadného zbarvení (např. roztok zčervená). Mezi indikátory patří lakmusový papírek (v kyselém prostředí zčervená, v zásaditém zmodrá) či fenolftalein.

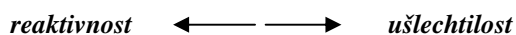
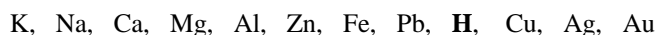
Chemické reakce je možno roztrždit do několika skupin. Především můžeme rozlišit, zda se jedná o **slučování** ( $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ ), **rozklad** ( $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ ) nebo **nahrazení** ( $2\text{HCl} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2$ ). Slučování je cizím slovem syntéza, rozklad je analýza, nahrazení je substituce.

Podle **elektrických vztahů** rozlišujeme reakce oxidační a reakce redukční.

- při **oxidační** reakci látka přijímá kyslík nebo ztrácí vodík nebo ztrácí elektrony
- při **redukční** reakci látka ztrácí kyslík, přijímá vodík, přijímá elektrony (zkrátka vše opačně).

## 12. Pořadí reaktivnosti prvků

Reaktivnost prvků závisí na jejich schopnosti přijímat nebo odevzdávat elektrony pro vytváření chemických vazeb. U kovů bylo vytvořeno **pořadí reaktivnosti**:



Vlevo jsou kovy reaktivnější (méně ušlechtilé), vpravo kovy méně reaktivní (ušlechtilější). U kovů se za ušlechtilost považuje to, že kov nereaguje, tudíž nerezaví a nerozpadá se (zlato).

Do řady kovů je zařazen také **vodík**, který může tvořit kationty stejně jako kovy, i když kovové vlastnosti jinak nemá. Prvky, které jsou před vodíkem, jsou reaktivnější než on a proto jej snadno vytěsní z kyselin – daný prvek se tedy rozpouští v kyselinách. Prvky vpravo od vodíku jsou „slabší“ a proto nemají sílu jej z kyseliny vytěsnit – prvek reaguje jen se zředěnými kyselinami a jen málo.

### OTÁZKY:

- (1) Jak se nazývá látka, která vzniká v průběhu chemické reakce?
- (2) Co znamená, že při reakci vzniká rovnováha? Co je třeba udělat, aby reakce probíhala dál?
- (3) Co je to katalyzátor? Jaký katalyzátor je v autě a jaký v živém organismu?
- (4) K čemu slouží fenolftalein?
- (5) Uveď příklad syntézy, analýzy a substituce.
- (6) Jak se nazývá reakce, při které látka ztrácí kyslík nebo přijímá vodík?
- (7) Jsou ušlechtilé kovy zároveň hodně reaktivní? Proč?
- (8) Co se stane, když vhodíme do kyseliny kov, který je v pořadí reaktivnosti až za vodíkem?
- (9) Kterou silně exotermní reakci znáš? Co se při ní děje?

<sup>3</sup> Je to něco podobného, jako když Karel seznámí Honzu s Jirkou, kteří se neznali, nechá je v hovoru a jde dál.

## B. Anorganická chemie - nekovy

### osnova popisu jednotlivých prvků:

stručná charakteristika – název, značka, skupenství, další důležité údaje

1. vaznost, počet valenčních elektronů
2. výskyt
3. výroba
4. vlastnosti samotného prvku, jeho použití
5. sloučeniny – jejich názvy, vzorce, vlastnosti, použití

## I. Vodík

vodík, H, nejlehčí plyn, má zvláštní postavení

### 1. Vaznost a počet valenčních elektronů

vodík má jediný proton a jediný elektron, vaznost je vždy I

### 2. Výskyt

na Zemi především ve vodě, v organických látkách včetně živých organismů; ve vesmíru je to nejrozšířenější prvek

### 3. Výroba

- elektrolýzou vody  $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$  (kationt se vylučuje na katodě – záporně nabitě, proto je k ní kationt přitahován)
- v laboratoři rozklad kyseliny zinkem  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnSO}_4$

### 4. Vlastnosti a použití

- bezbarvý plyn, bez zápachu, podstatně lehčí než vzduch, hořlavý, se vzduchem či s kyslíkem tvoří třaskavou směs
  - o bod tání – 259°C, bod varu – 253°C
  - o chemicky je to *redukční činidlo* –  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
  - o při vyšší teplotě se přímo slučuje s jinými prvky a vytváří *hydrid*, v nichž je jako aniont (NaH) nebo jako kationt (sulfan  $\text{H}_2\text{S}$ )
  - o oxidací vytváří vodu  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
- existuje izotop vodíku s jedním protonem a jedním neutronem, tzv. těžký vodík (*deuterium*), jeho sloučenina, tzv. *těžká voda*, se používá v jaderných reaktorech. Izotop se 2 neutrony je radioaktivní *tritium*
- **použití**
  - o chemická výroba – kyseliny, amoniak
  - o plyn pro svařování a řezání kovů
  - o palivo do raketových motorů, zkouší se i do spalovacích motorů pro automobily
  - o dřívě náplň vzducholodí (výbuchy)

### 5. sloučeniny

- o *kyseliny* – každá kyselina musí obsahovat jeden či více kationtů  $\text{H}^+$
- o *hydroxidy* – je součástí skupiny OH, kterou musí mít každý hydroxid
- o *organické látky* – nemůže být organická látka bez vodíku

### OTÁZKY:

- (1) Jaká se stručná charakteristika vodíku?
- (2) V jaké sloučenině se na Zemi vyskytuje nejvíce vodíku?
- (3) Napiš rovnici rozkladu vody elektrickým proudem.
- (4) Co se stane, když se smíchá vodík se vzduchem a zapálí?
- (5) Čím se liší deuterium a tritium od obyčejného vodíku?
- (6) Jakou skupinu s vodíkem musí obsahovat všechny kyseliny a jakou všechny hydroxidy?
- (7) V jakém skupenství bude vodík při teplotě –150°C?

## II. Kyslík

kyslík, O; plyn, umožňující hoření a dýchání

### 1. Vaznost a počet valenčních elektronů

má 6 valenčních elektronů, vaznost je vždy – II (do zaplnění sféry chybí 2 elektrony)

### 2. Výskyt

na Zemi především ve *vzduchu* (21%), ve *vodě*, v nerostech a horninách (vápenec, křemen), v organických látkách včetně živých organismů

### 3. Výroba

- elektrolýzou z vody  $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$
- z kapalného vzduchu postupnou destilací (při ochlazení vzduchu nejdříve zkapalní kyslík (-183°C) a pak dusík (-196°C), pak vodík (-253°C) a nakonec helium (-269°C); při ohřívání se v obráceném pořadí odpařují → -273°C je nejnižší vůbec možná teplota = absolutní nula)

### 4. Vlastnosti a použití

- bezbarvý plyn, bez zápachu, těžší než vzduch, je příčinou hoření
- vyskytuje se ve dvouatomových molekulách  $\text{O}_2$
- působením elektrických výbojů vznikají trojatomové molekuly  $\text{O}_3$  **ozón**
  - o ozón ve vyšších vrstvách atmosféry vytváří *ochrannou vrstvu*, která zachycuje většinu nebezpečného ultrafialového záření, nyní je tato vrstva činností člověka ohrožována
  - o přízemní ozón jako součást plynných exhalací – *smogu* - je škodlivý; v menším množství se uvolňuje při používání kopírky, proto se tato práce nedoporučuje těhotným ženám
- kyslík s většinou látek reaguje na **oxidy**; velmi rychlá oxidace se označuje jako **hoření**, dochází k němu při zahřátí látky na zápalnou teplotu, uvolňuje se velké množství tepla; superrychlá oxidace je **výbuch**.
- **použití**
  - o chemická výroba
  - o jakékoliv spalování
  - o jakékoliv dýchání
  - o plyn pro svařování a řezání kovů
  - o hutnictví – vhlání se do pece při tavení rudy (většinou oxidu), který se mění na čistý kov
  - o součást paliva do raketových motorů
  - o dýchací přístroje (lékařství, potápění, hasiči)
  - o má silný bělicí a dezinfekční účinek

### 5. sloučeniny

- o voda – je probrána v následující samostatné kapitole
- o oxidy – s většinou látek – oxidy nekovů s vodou reagují na kyseliny, oxidy kovů na hydroxidy
- o kyseliny – kyslíkaté kyseliny, např.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- o hydroxidy – je součástí skupiny OH, kterou musí mít každý hydroxid
- o peroxid vodíku  $\text{H}_2\text{O}_2$  – „kysličník“, silný oxidační účinek – dezinfekce, odbarvování vlasů

#### OTÁZKY:

- (1) Kolik valenčních elektronů a jakou vaznost má kyslík?
- (2) Ve kterých kamenech (horninách) je obsažen kyslík?
- (3) Které prvky je možno vyrobit rozkladem vody?
- (4) Které plyny je možno vyrobit z vzduchu? Jak?
- (5) Kde je ozón užitečný a kde škodlivý?
- (6) Jaké jsou podmínky hoření a co se při něm vlastně děje?
- (7) K čemu je nezbytný kyslík?
- (8) Co je to chemicky „kysličník“ a k čemu se používá?

### III. Voda (sloučenina vodíku a kyslíku)

voda,  $H_2O$ , nejrozšířenější sloučenina na Zemi; má zvláštní postavení, protože umožňuje život

#### 1. Výskyt

Zabírá 2/3 zemského povrchu, její množství se odhaduje na 1 400 000 000  $km^3$  (1,4 miliardy), a to hlavně ve skupenství kapalném, ale i plynném (pára) a pevném (led). Všechny živé organismy obsahují vodu.

#### 2. Vlastnosti a použití

- bezbarvá kapalina,
  - bod tání  $0^\circ C$ , bod varu  $100^\circ C$
- chemické vlastnosti: účastní se tvorby některých krystalů ( $CuSO_4 \cdot 4H_2O$  jsou modré krystalky, bez vody bílý prášek); s oxidy tvoří kyseliny nebo hydroxidy
- **použití**
  - univerzální rozpouštědlo iontových sloučenin
  - prostředí, v němž probíhají chemické reakce včetně metabolismu živých organismů
  - prostředek pro chlazení a přenos tepla (má velkou tepelnou kapacitu – viz jaderná elektrárna)
  - voda pitná a voda užitková na mytí a splachování – musí odpovídat hygienickým předpisům

#### OTÁZKY:

- (1) Která sloučeniny je na Zemi nejrozšířenější?
- (2) Vody jsou na Zemi tisíce nebo miliony nebo miliardy krychlových kilometrů? ( $1 km^3$  vody váží miliardu tun)
- (3) Jaký je bod tání a bod varu vody?
- (4) Jaké jsou chemické vlastnosti vody?
- (5) Vjmenuj 5 použití vody.

### IV. Netečné (vzácné) plyny

hélium He, neon Ne, argon Ar, krypton Kr, xenon Xe, radon Rn; plyny obsažené v malém množství ve vzduchu, prakticky nereagují

#### 1. Vaznost a počet valenčních elektronů

jako jediné prvky mají uzavřenou valenční sféru, mají v ní 8 elektronů (He jen 2)

#### 2. Výskyt

na Zemi především ve vzduchu

#### 3. Výroba

- destilací kapalného vzduchu

#### 4. Vlastnosti a použití

- bezbarvé nehořlavé plyny, bez zápachu, jejich sloučeniny buď vůbec neexistují nebo jsou velmi nestabilní,
  - hélium bod varu –  $-269^\circ C$
- **použití**
  - He – náplň vzducholodí, dýchací směs pro hloubkové potápění (zabraňuje kesonové nemoci) – velmi drahé, ve vzduchu je ho jen 1 díl ve 200 000 dílů vzduchu), kapalné pro velmi hluboké zchlazování (superpočítače)
  - Ne – náplň do reklamních výbojek
  - Ar – nejrozšířenější, ve vzduchu je ho skoro 1%, používá se k plnění žárovek
  - Kr, Xe – velmi vzácné, přidává se do náplní zářivek, Kr také do laserů
  - Rn - je radioaktivní, vystupuje z půdy v některých oblastech a způsobuje hygienické problémy

#### OTÁZKY:

- (1) Proč jsou netečné plyny netečné? Jak se to projevuje
- (2) Jaké má výhody a jaké nevýhody plnění vzducholodí heliem?
- (3) K čemu se používá neon a jaký význam má radon?
- (4) Jak souvisí kapalné helium a superpočítače?

## V. Halogeny

fluor F, chlor Cl, (plyny); brom Br, (kapalina); jód I (pevná látka); nejsilnější nekovy

### 1. Vaznost a počet valenčních elektronů

valenční sféra má 7 elektronů, chybí tedy 1 elektron – vaznost – I

### 2. Výskyt

vzhledem k vysoké reaktivnosti jen ve sloučeninách

- **F** – nerost kazivec  $\text{CaF}_2$
- **Cl** – nerost kamenná sůl  $\text{NaCl}$
- **Br** – mořská voda, mořské organismy
- **I** – mořské řasy

### 3. Výroba

- $\text{Cl}_2$  – elektrolýzou  $2 \text{NaCl} \rightarrow 2 \text{Na} + \text{Cl}_2$

### 4. Vlastnosti a použití

- jsou velmi reaktivní, reagují s většinou kovů i nekovů; reaktivita klesá od fluoru k jódu
- $\text{F}_2$  – žlutozelený jedovatý plyn, leptá sklo, nejreaktivnější ze všech prvků, odolává mu jen Au a Pt.
- $\text{Cl}_2$  – žlutozelený jedovatý plyn, má silné bělicí a dezinfekční účinky; přidává se do pitné vody jako dezinfekční prostředek, v 1. světové válce byl použit jako bojový plyn
- **Br** – hnědá dýmající kapalina
- **I** – černošedé krystalky, je nezbytný pro činnost štítné žlázy

### 5. Sloučeniny a jejich použití

- **F** – s vodou vytváří *kyselinu fluorovodíkovou HF*, její soli se nazývají fluoridy, používají se k leptání skla;
  - o organické sloučeniny fluoru se přidávají *do zubních past* ke snížení kazivosti zubů;
  - o organická sloučenina *teflon* odolává vysokým teplotám a používá se k potahování pánví
- **Cl** – s vodou vytváří *kyselinu chlorovodíkovou HCl*, její soli se nazývají **chloridy**
  - o zředěná kyselina chlorovodíková je v žaludku jako *trávicí šťáva*
  - o chlorid sodný  $\text{NaCl}$  (*kuchyňská sůl*) – v potravinářství k solení a konzervaci potravin, v chemickém průmyslu pro výrobu chloru, sodíku a jiných sloučenin
  - o řada *dezinfekčních prostředků* (chlorové vápno, chloramin, Savo) obsahuje sloučeniny chloru
- **Br** – s vodou vytváří *kyselinu bromovodíkovou HBr*, její soli jsou **bromidy**
  - o bromid stříbrný  $\text{AgBr}$  se používá do citlivých vrstev *filmů*
  - o organické sloučeniny bromu se používají při výrobě některých léků
- **I** – s vodíkem vytváří jodovodík, ten s vodou reaguje na *kyselinu jodovodíkovou HI*, její soli se nazývají **jodidy**;
  - o organické sloučeniny jodu se používají jako dezinfekční prostředek (Jodisol)

#### OTÁZKY:

- (1) Halogeny mají charakter kovů nebo nekovů?
- (2) S jakým halogenem přichází denně do styku kuchař a s jakými rybář na moři?
- (3) Obsahuje vzduch větší množství halogenů? Proč?
- (4) Který halogen si nemůžete dát do skleněné lahvičky, ale jen do zlaté?
- (5) Které halogeny se používají k dezinfekci?
- (6) Které halogeny jsou nutné pro klasické fotografování?
- (7) Proč jsou žaludeční šťávy silně kyselé (pozná se při zvracení)?
- (8) Co je to – leptá to sklo, ale také chrání zuby před kazem (záleží na tom, v jaké je to sloučenině a v jaké koncentraci)?

## VI. Síra

Síra, S, žlutá pevná látka

### 1. Uspořádání valenční sféry:

6 valenčních elektronů, může mít vaznost –II až +VI.

## 2. Výskyt:

ložiska síry, hnědé uhlí, nerosty pyrit  $\text{FeS}_2$ , galenit  $\text{PbS}$ , sfalerit  $\text{ZnS}$

## 3. Výroba

Čistá síra se těží z podzemních ložisek, jako vedlejší produkt vzniká při zpracování ropy nebo sulfidů kovů ( $\text{FeS}$ )

## 4. Vlastnosti:

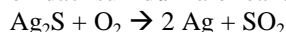
Žlutá pevná látka, krystalická nebo plastická podle krystalového uspořádání. Nerozpustná ve vodě, bod tání  $119^\circ\text{C}$ , rozpustná v sirouhlíku  $\text{CS}_2$ . Špatný vodič tepla a elektřiny, hoří za vzniku  $\text{SO}_2$ .

## 5. Sloučeniny:

### 1) bezkyslíkaté sloučeniny

**sulfan** (sirovodík)  $\text{H}_2\text{S}^{\text{II}}$ , jedovatý, rozpuštěn ve vodě má vlastnosti slabé kyseliny, vzniká při hnití bílkovin, soli **sulfidy**, např.  $\text{Na}_2\text{S}$ , sulfid sodný

oxidací sulfidů málo reaktivních (ušlechtilých) kovů vznikají čisté kovy, např.



### 2) kyslíkaté sloučeniny

- **oxid siřičitý**,  $\text{S}^{\text{IV}}\text{O}_2$ , dráždivý jedovatý plyn, součástí smogu a kyselých dešťů, ničí kovové konstrukce a sochařská díla (z mramoru)

jeho reakcí s vodou vzniká *kyselina siřičitá*,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , nestálá slabá kyselina, soli *siřičitany* a *hydrosiřičitany*, např. hydrosiřičitan sodný  $\text{NaHSO}_3$  je součástí fotografického ustalovače (chemikálie pro zpracování filmu – rozpouští bromid stříbrný)

- **oxid sírový**,  $\text{S}^{\text{VI}}\text{O}_3$ , pevná látka, vzniká z  $\text{SO}_2$

jeho reakcí s vodou vzniká **kyselina sírová**,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,

- o silná kyselina, reaguje s vodou za vzniku velkého množství tepla
- o koncentrovaná silně *oxiduje a dehydratuje* (odebírání vody – organická látka zčerná)
- o zředěná působí jako silná kyselina, vytěsňuje slabší kyseliny ze sloučenin
- o používá se např. v *akumulátorech* aut
- o soli sírany a hydrosírany, např.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  a  $\text{NaHSO}_4$
- o kyselina sírová je důležitou surovinou pro výrobu *plastů, hnojiv a výbušnin*

## VII. Selen

selen, Se, šedá látka kovového vzhledu (ale je to nekov!)

Vyskytuje se spolu se sírou. Při osvětlení se silně zvýší jeho *elektrická vodivost*. Používá se v elektronických součástkách, citlivých na světlo (*fotobuňky*).

### OTÁZKY:

- (1) V jakých nerostech se vyskytuje síra?
- (2) Která tvrzení jsou pravdivá:  
a/ síra se rozpouští ve vodě b/síra je špatný vodič elektrického proudu c/ve vařící vodě bude síra kapalná?
- (3) Co víte o sulfanu?
- (4) Jaký je ekologický význam oxidu siřičitého?
- (5) Jaké vlastnosti má kyselina sírová?
- (6) Jak souvisí kyselina sírová s automobily?
- (7) Co se děje se selenem, když na něj dopadne světlo, a jak se této vlastnosti v praxi využívá?

## VIII. Dusík

dusík, N, plyn

### 1. Uspořádání valenční sféry:

5 valenčních elektronů, vaznost  $-III$  až  $+V$

### 2. Výskyt:

ve *vzduchu* 78% objemových, nerost *ledek*  $\text{NaNO}_3$ , organické látky, hlavně bílkoviny

### 3. Výroba

destilací kapalného vzduchu

### 4. Vlastnosti

plyn, málo reaktivní, bez zápachu

**Použití:** *surovina* v chemickém průmyslu, *bezpečnostní atmosféra* při čerpání hořlavin, uchovávání živých tkání ve zmrazeném stavu (kapalný dusík  $-196^{\circ}\text{C}$ ), odstraňování bradavic

### 5. Sloučeniny

#### 1) s vodíkem

**amoniak**,  $\text{NH}_3$ , dráždivý plyn, vzniká např. ve hnoji, surovina pro výrobu hnojiv

s vodou tvoří hydroxid amonný (čpavek),  $\text{NH}_4\text{OH}$ , slabý hydroxid, tvoří solí amonné, např.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , chlorid amonný,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , dusičnan amonný;  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , uhličitan amonný, součást kypřících prášků do pečiva

#### 2) s kyslíkem

o *oxid dusnatý*,  $\text{N}^{\text{II}}\text{O}$ , součást výfukových plynů

o *oxid dusitý*,  $\text{N}^{\text{III}}_2\text{O}_3$ , z něho kyselina dusitá  $\text{HNO}_2$  a z ní soli dusitany, např. dusitan draselný  $\text{KNO}_2$ , součást tzv. rychlosolí k nakládání uzeného masa (dává masu červené zbarvení)

o *oxid dusičný*,  $\text{N}^{\text{V}}_2\text{O}_5$ , z něho **kyselina dusičná**,  $\text{HNO}_3$ , nejsilnější anorganická kyselina, oxiduje všechny kovy kromě zlata, ve směsi 3 díly  $\text{HCl}$  a 1 díl  $\text{HNO}_3$  (lučavka královská) rozpouští i zlato.

o Soli dusičnany (ledky)  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  se používají jako hnojivo.

#### OTÁZKY:

- (1) Setkal ses již někdy s plynným dusíkem? Kde? A kde je možno se setkat s kapalným dusíkem?
- (2) Bude zápalka hořet v atmosféře čistého dusíku?
- (3) Která dráždivá sloučenina dusíku vzniká ve hnoji, jaký je její vzorec?
- (4) Která anorganická kyselina je nejsilnější?
- (5) Jaké složení a jaké účinky má lučavka královská?
- (6) Které sloučeniny dusíku nějak souvisejí s vařením?

## IX. Fosfor

fosfor, P, pevná látka

### 1. Uspořádání valenční sféry:

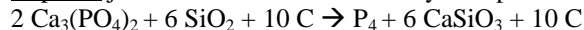
5 valenčních elektronů, vaznost  $-III$  až  $+V$

### 2. Výskyt:

ve fosforečnanových minerálech, např. apatit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , v organických látkách

### 3. Výroba:

z apatitu jeho reakcí s oxidem křemičitým za přítomnosti uhlíku



### 4. Vlastnosti:

dvě modifikace: **bílý fosfor**,  $\text{P}_4$ , jedovatý, samozápalný, používal se do zápalných bomb

**červený fosfor**, stabilní, ale hořlavý, je ve škrtnutí krabičky zápalek, třením hlavičky se přemění na bílý fosfor, ten se vznítí a zapálí hlavičku zápalky (obsahuje chlorečnan draselný)

### 5. Sloučeniny (s kyslíkem):

oxid fosforečný  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ , reakcí s vodou **kyselina fosforečná**  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , slabá kyselina, s kovy reaguje jen za zvýšené teploty, součást přípravků na mytí WC,

tvoří soli **fosforečnany**, např. fosforečnan sodný  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , mohou být také hydrofosforečnany  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  a dihydrofosforečnany  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ; používají se jako *hnojiva*; fosforečnany jsou součástí kostí

#### OTÁZKY:

- (1) Jaké znáš modifikace fosforu a jaké mají vlastnosti?
- (2) Které sloučeniny fosforu se používají jako hnojiva a které jako mycí prostředek na WC?
- (3) Co se děje při škrtnutí zápalky?

## X. Uhlík

uhlík, C, pevná látka, základ všech organických látek

### 1. Uspořádání valenční sféry:

4 valenční elektrony, vaznost +IV nebo +II kovalentní vazbou; schopnost tvořit dlouhé stabilní řetězce – organické látky

### 2. Výskyt

nerosty diamant, tuha (čistý C); uhličitany (hornina vápenec  $\text{CaCO}_3$ ), ve vzduchu 0,03%, uhlí, živé organismy, všechny organické látky

### 3. Výroba

spalování organických látek (např. dřeva) za omezeného přístupu vzduchu – výroba dřevěného uhlí

### 4. Vlastnosti

formy a) **diamant** – nejtvrďší nerost, jednotlivé atomy vázány v pevné krystalové mřížce; použití klenotnictví, řezání a broušení tvrdých materiálů (syntetické diamanty)

b) **tuha** (grafit) – velmi měkký nerost – jednotlivé vrstvy atomů se po sobě posouvají (proto vede elektrický proud) a zůstává černá stopa; použití na tužky a jako mazadlo při vysokých teplotách

c) **saze** – jako plnidlo při výrobě pneumatik

### 5. Sloučeniny (anorganické)

#### 1) s vodíkem

- **kyanovodík**, HCN, slabá kyselina, prudce jedovatý, voní po hořkých mandlích, tvoří soli **kyanidy**, např. kyanid draselný, KCN (cyankali), v chemickém průmyslu, kriminální otravy (člověk umírá po 60 mg – zhruba 1 kapka)

#### 2) s jinými prvky

- **Karbidy**, např. karbid křemičitý, SiC - velmi tvrdá látka, brusný materiál (brousky, smirkový papír), soustružnické nástroje k obrábění kovů; karbid vápenatý  $\text{CaC}_2$  bouřlivě reaguje s vodou za vzniku acetylenu – ten ve směsi se vzduchem po zapálení vybuchuje – „děla“ při masopustu)
- **sirouhlík**,  $\text{CS}_2$ , jedovatá kapalina, rozpouští síru

#### 3) s kyslíkem

**oxid uhelnatý**, CO, smrtelně jedovatý plyn, bez barvy a zápachu, vzniká při nedokonalém spalování uhlíku; obsažen ve výfukových plynech a kouři; tvořil hlavní součást svítíplynu, používaného dříve pro vaření a topení

**oxid uhličitý**,  $\text{CO}_2$ , nedýchatelný plyn, těžší než vzduch, vzniká při dokonalém spalování organických látek a při dýchání

- vyskytuje se v některých studnách a jeskyních, např. „Psí jeskyně“ ve Francii (pes se udusil, člověku se nic nestalo, protože měl hlavu nad hladinou  $\text{CO}_2$ );
- tuhý  $\text{CO}_2$  je bílá pevná látka o teplotě cca  $-70^\circ\text{C}$  (v jedné detektivce byla dýka z  $\text{CO}_2$  použita jako vražedná zbraň); používá se do hasicích přístrojů
- $\text{CO}_2$  se používá k chlazení; do šumivých nápojů
- reakcí  $\text{CO}_2$  s vodou vzniká **kyselina uhličitá**,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , nestálá slabá kyselina, tvoří soli **uhličitany**:
  - o  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , uhličitán sodný, **soda**, na praní, změkčuje vodu
  - o  $\text{NaHCO}_3$ , hydrouhličitán sodný, **jedlá soda**, při překyselení žaludku (pálení žáhy), do šumivých nápojů
  - o  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , **potaš**, výroba skla a mýdla

### OTÁZKY:

- (1) Jakou výjimečnou schopnost má uhlík?
- (2) Kde se vyskytuje uhlík?
- (3) Který nerost je nejtvrďší?
- (4) Jak souvisí uhlík s automobilovými pneumatikami?
- (5) Která vlastnost tuhy umožňuje její použití do tužek?
- (6) Co vznikne, když hořící ohniště zalijete vodou? Jaké chemické procesy proběhnou, když kusy dřeva necháte dohořet na bílý popel? Co v tom popelu asi bude a co tam už nebude?



- (7) Který smrtelný jed páchne po hořkých mandlích? Stačilo by půl kávové lžičky k usmrcení člověka?
- (8) Která sloučenina uhlíku má souvislost s masopustem?
- (9) Bublinky v šumivých nápojích jsou tvořeny oxidem uhelnatým nebo oxidem uhličitým?
- (10) Jaká vlastnost CO<sub>2</sub> se projevila v tzv. Psi jeskyni?
- (11) Lze udělat z „plynu“ dýku? Jak?
- (12) Při překyselení žaludku se doporučuje: Na<sub>2</sub>HCO<sub>3</sub>; K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; CS<sub>2</sub>; SiC; KCN? Jaké vlastnosti mají ostatní uvedené látky?

## XI. Křemík

křemík, Si, pevná látka

### 1. Uspořádání valenční sféry:

4 valenční elektrony, vaznost +IV nebo -IV

### 2. Výskyt

po kyslíku druhý nejrozšířenější prvek na Zemi, *jen ve sloučeninách* (oxidy, např. křemen SiO<sub>2</sub>; křemičitany, např. živec)

### 3. Výroba

z křemenného písku pomocí hořčíku  $\text{SiO}_2 + 2 \text{Mg} \rightarrow \text{Si} + 2 \text{MgO}$

### 4. Vlastnosti

čistý křemík je tmavá křehká látka, používá se pro výrobu elektronických součástek (v USA je pověstné Silicon Valley, Křemíkové údolí, kde se vyvíjejí špičkové elektronické součástky)

### 5. Sloučeniny

1. **oxid křemičitý**, SiO<sub>2</sub>, křemen, tvoří základ písku, použití ve stavebnictví a pro výrobu skla a porcelánu
2. **kyselina křemičitá**, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, slabá kyselina, tvoří soli **křemičitany**, např. křemičitan sodný Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> se používá při výrobě porcelánu
3. **sklo** – „roztok“ pevných látek (SiO<sub>2</sub>, CaO, Na<sub>2</sub>O)
  - o vyrábí se tavením při 1500°C  $\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{sodné sklo}$  – okenní tabule
  - o různé přísady mění vlastnosti skla, např. :
    - draselné sklo – varné konvice
    - olovnaté sklo – optika, vázy
    - barevná skla přidáním různých kovů – umělecké předměty (neprůhledné černé sklo *hyalit* je světový unikát, v 19. stol. bylo vyráběno v Jiříkově Údolí u Nových Hradů, recept byl ztracen)
    - křemenné sklo – čistý SiO<sub>2</sub> – vysoce odolné, pro zvláštní účely

Otázky:

- (1) Jaký má vzhled a k čemu se používá čistý křemík?
- (2) Je prvek křemík v přírodě vzácný nebo dost rozšířený? Kde jej můžeme nalézt a v jaké formě?
- (3) Základem písku je křemičitan sodný nebo oxid křemičitý?
- (4) Z čeho a jak se vyrábí sklo? Sklo je sloučenina nebo směs? Jaká směs?
- (5) Z jakého skla se vyrábí varné konvice? Z jakého skla okenní tabule? Existuje zcela neprůhledné sklo?
- (6) Jak se dosáhne různé barvy skla?

## C. Anorganická chemie - kovy

### I. Kovy obecně

Kovy jsou většinou lesklé, kujné, tažné a vedou elektrický proud. Chemicky jsou některé velmi reaktivní, jiné téměř nereagují.

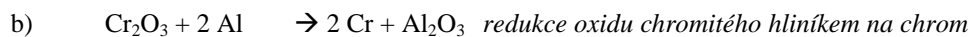
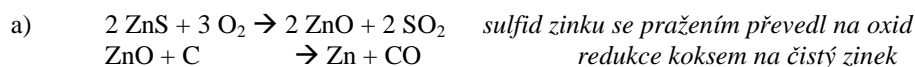
#### 1. Výskyt

Tři čtvrtiny prvků v přírodě jsou kovy. Ušlechtilé kovy (Au, Ag, Pt, Cu) se vyskytují ve formě čistého ryzího kovu, ostatní kovy se vyskytují ve sloučeninách.

#### 2. Výroba

Čisté kovy se těží a čistí *fyzikálními metodami* (např. rýžování zlata), kovy ve sloučeninách (rudách) se získávají *chemickými postupy* - nejčastěji se sloučenina převede na oxid a ten se redukuje na čistý kov.

Jako redukční činidlo se používá uhlík (koks), hliník aj. Např.



Alkalické kovy (Na, K) a další lehké kovy (Al) se vyrábějí elektrolýzou roztavené soli tohoto kovu s některým halogenem (např. NaCl - na jedné elektrodě se vylučuje sodík a na druhé chlor.)

#### 3. Vlastnosti

- látky kujné a tažné
- dobře *vedou* teplo i elektrický proud
- mají různou *hustotu* (kovy lehké (Na, K, Mg, Al), středně těžké (Fe, Cu) a těžké (Pb, U, Hg, Os))
- mají různou *tvrdost* (měkké kovy se dají krájet nožem – Na, Mg, ale i Pb); středně tvrdé jsou Cu, Fe, mezi velmi tvrdé kovy patří Mo (molybden), Cr (chrom)
- mají různý *bod tání*
  - $-39^\circ\text{C}$  u Hg,
  - lehce tavitelné do  $500^\circ\text{C}^4$  Sn (cín), Pb, Zn, Al
  - středně tavitelné  $1\,000^\circ - 2000^\circ\text{C}$  Fe, Cr,
  - velmi těžce tavitelné, nad  $2000^\circ\text{C}$ . Mo 2  $610^\circ\text{C}$ ; W (wolfram – vlákna žárovek) 3  $390^\circ\text{C}$

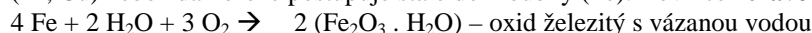
Většina kovů vytváří **kationty**. Alkalické kovy (Na, K) jsou velmi reaktivní, ušlechtilé kovy jsou málo reaktivní (např. zlato).

Čisté kovy se vyskytují v krystalické podobě. Atomy kovu jsou k sobě vázány tzv. **kovovou vazbou**. Atomy nemají dostatek elektronů na vytvoření normální kovalentní vazby (společným elektronovým párem) se všemi okolními atomy v krystalu a proto je vazba tvořena volnými elektrony, které se mohou volně pohybovat po celé krystalové mřížce. Tyto volné elektrony jsou příčinou dobré elektrické vodivosti kovů.

#### 4. Koroze kovů

Koroze je rozrušování kovu vlivem vnějšího prostředí. Jedná především o chemické procesy.

Ušlechtilé kovy nekorodují (Au, Pt) nebo jen minimálně (šednutí stříbra). U většiny ostatních kovů vzniká na povrchu vrstva oxidu. Další postup záleží na tom, zda oxid vytvoří tenkou souvislou vrstvičku, která kov chrání (Al, Cu) nebo zda koroze postupuje stále do hloubky (Fe). Rovnice **rezavění železa**:



#### Ochrana před korozí:

- pokrytí odolnějším kovem – *pokovování* např. Zn (pozinkování), Cr (pochromování)
- pokrytí různými *nátěry* – musí se obnovovat

#### OTÁZKY:

- (1) Jaké jsou typické vlastnosti kovů?
- (2) Které kovy se v přírodě vyskytují jako ryzí a proč?
- (3) Napište rovnice získávání zinku ze sulfidu zinečnatého.

<sup>4</sup> Některé slitiny mají velmi nízký bod tání, např. Woodův kov  $66^\circ\text{C}$  a pájka  $240^\circ\text{C}$ .

- (4) Jak se vyrábí Na z NaCl?
- (5) Vyjmenuj 2 lehké, 2 těžké a 2 velmi těžké kovy.
- (6) Vyjmenuj 2 měkké, 2 středně tvrdé a 2 velmi tvrdé kovy.
- (7) Který kov má nejnižší a který nejvyšší teplotu tání?
- (8) Jaký je princip kovové vazby a jaké má důsledky?
- (9) Co to je koroze?
- (10) Proč u některých kovů koroze nepostupuje do hloubky?
- (11) Jaké jsou základní prostředky ochrany kovů před korozí?

## II. Sodík, draslík (alkalické kovy)

sodík, Na, draslík, K; lehké, měkké, velmi reaktivní pevné látky

### 1. Uspořádání valenční sféry

Mají 1 valenční elektron, jejich vaznost je +I.

### 2. Výskyt

Jen ve sloučeninách – mořská voda, minerální vody; nerosty živec, ledek, NaCl; jsou součástí těla všech živých organismů.

### 3. Výroba

elektrolýzou roztaveného halogenidu (např. výroba Na z NaCl)

### 4. Vlastnosti

stříbrného vzhledu, lehké - lehčí než voda; měkké – dají se snadno krájet nožem; lehce tavitelné, velmi reaktivní – na vzduchu se samy vzněcují, reakce s vodou je bouřlivá až explozivní; Na barví plamen do žluta

### 5. Sloučeniny

**hydroxid sodný**, NaOH, hydroxid **draselný**, KOH – silné hydroxidy, velmi nebezpečné žíraviny (horší než kyseliny, protože pronikají do hloubky a nedají se spláchnout), použití v chemické výrobě, dříve do některých čistících prostředků – nebezpečné (roztoku hydroxidu se říká louh)

*uhličitan sodný a uhličitan draselný – probrány u uhlíku*

**chlorid sodný**, NaCl – potravinářství, chemická výroba hydroxidu sodného a sodných solí

**chlorid draselný**, KCl – draselné hnojivo, chemická výroba

**dušičnan draselný**, KNO<sub>3</sub> – ve středověku se používal k výrobě střelného prachu, nyní hnojivo

#### OTÁZKY:

- (1) Proč není možno v přírodě najít ložiska čistého sodíku či draslíku?
- (2) Co se stane, když kousek sodíku hodíte do vody? Napište rovnici.
- (3) Jaké vlastnosti mají hydroxid sodný a hydroxid draselný?
- (4) Proč jsou tyto látky ještě horší žíraviny než kyseliny?
- (5) Které soli sodíku a draslíku se používají v potravinářství a které v zemědělství?

## III. Vápník, hořčík (kovy alkalických zemin)

vápník, Ca, hořčík, Mg, reaktivní pevné látky

### 1. Uspořádání valenční sféry

Mají 2 valenční elektrony, jejich vaznost je +II.

### 2. Výskyt

Jen ve sloučeninách:

vápník - v nerostech (sádrovec CaSO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O), horninách (vápenec CaCO<sub>3</sub>),

hořčík v nerostu magnezitu MgCO<sub>3</sub>, v mořské vodě

### 3. Výroba

jako alkalické kovy

### 4. Vlastnosti

fyzikální vlastnosti podobné jako alkalické kovy, poněkud méně reaktivní

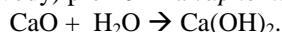
reagují s vodou na hydroxidy  $\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$

a s kyselinami na soli  $\text{Ca} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2$

### 5. Sloučeniny

**oxid vápenatý**,  $\text{CaO}$ , *pálené vápno*, vyrábí se tepelným rozkladem vápence při cca 1000°C ve vápenkách  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ ; z vápence obsahujícího hlíny (oxid hlinitý) se vyrábí **cement**. Cementové malty jsou obzvláště pevné a tvrdnou i pod vodou.

Pálené vápno se tzv. vyhašením (přidáním vody) přemění na *vápno hašené* (hydroxid vápenatý)



Hašené vápno se používá do malty, kde jeho zpětná přeměna na vápenec způsobí *ztvrdnutí malty*



**Síran vápenatý**,  $\text{CaSO}_4$  – v přírodě jako nerost *sádrovec*, obsahující v krystalech na každou molekulu síranu dvě molekuly vody ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ). Při zahřívání se krystaly rozpadají, voda se uvolňuje a zůstává rychle tuhnoucí sádra ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$ ), kde na 2 molekuly síranu je jen jedna molekula vody. Sádra se používá k výrobě odlitků a ve stavebnictví.

**Oxid hořečnatý**  $\text{MgO}$  a **uhličitan hořečnatý**  $\text{MgCO}_3$  se používají jako žáruvzdorné materiály, např. k vyzdívce pecí. Oxid hořečnatý se přidává do kakaa, aby zůstalo sypké.

**Síran hořečnatý**,  $\text{MgSO}_4$ , se používá jako mírné projímadlo (hořká sůl) – je ve větším množství obsažen v minerálních vodách Zaječice, Šarátice

**Hydroxid hořečnatý** se používá jako lék proti pálení žáhy.

#### OTÁZKY:

- (1) Kolika vazný je sodík a kolika vazný je hořčík?
- (2) Které prvky a které sloučeniny jsou obsaženy nebo se dají vyrobit z vápence?
- (3) Jak reaguje vápník nebo hořčík s vodou?
- (4) Napište rovnice reakcí, které probíhají při pálení a hašení vápna a při tvrdnutí malty?
- (5) Z jakého vápence se vyrábí cement? Jaké má vlastnosti cementová malta?
- (6) Co se děje při rozmíchání sádry s vodou a co při jejím tvrdnutí? Jsou to stejné procesy jako při tvrdnutí malty?
- (7) Který oxid se používá do vyzdívky pecí a do kakaa? Proč?
- (8) Jaká sloučenina způsobuje projímavé účinky některých minerálních vod?

## IV. Hliník

hliník, Al (Aluminium), lehký bílý kov

### 1. Uspořádání valenční sféry

Má 3 valenční elektrony, vaznost je III, převážně kovalentní vazbou.

### 2. Výskyt

Je to kov v přírodě nejrozšířenější. Pro svou reaktivnost se však vyskytuje jen ve sloučeninách:

nerost *bauxit* obsahuje oxid hlinitý ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ ); hliník se dále vyskytuje ve *slídě* a v *kaolínu* (bílá hlinka, vyrábí se z něj porcelán)

### 3. Výroba

z bauxitu elektrolýzou

### 4. Vlastnosti a použití

stříbrolesklý lehký kov, poměrně měkký, nerezaví (pokrývá se vrstvičkou oxidů, které jej chrání), dobře vede teplo a ještě lépe elektřinu

- rozsáhlé použití jako lehkého kovu – jeho  slitina dural  je tvrdší než hliník – v letectví, v automobilovém průmyslu a všude, kde je třeba lehkých a pevných materiálů

- většina elektrických vodičů je z hliníku (je daleko levnější než měď)
- v potravinářství se používá jako obalový materiál (Alobal – aluminiový obal)

## 5. Sloučeniny

- **oxid hlinitý**  $\text{Al}_2\text{O}_3$  se vyskytuje v přírodě jako nerost bauxit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ) nebo jako velmi tvrdý nerost korund (čistý  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
- **hydroxid hlinitý**  $\text{Al}(\text{OH})_3$  je slabý hydroxid, s kyselinami tvoří hlinité soli (síran hlinitý), vůči silným hydroxidům se však chová jako slabá kyselina a vytváří soli hlinitany (taková chemická látka se nazývá amfoterní) - používá se při barvení látek, výrobě keramiky a v lékařství při překyselení žaludku
- **fluorohlinitan sodný** – nerost kryolit, používá se při výrobě hliníku
- **octan hlinitý** – jako obklad na pohmožděniny
- Nejrozsáhlejší využití sloučenin hliníku je při **výrobě porcelánu**. Do pece se vloží rozemletý kaolín, živec a křemen a směs se vypaluje v pecích při  $900^\circ\text{C}$ , pak se opatří glazurou a znovu vypálí.

### OTÁZKY:

- (1) O jakém prvku mluví proslulý Cimrmanův epitaf „Budoucnost patří aluminu“? Kdo je to Cimrman a co je to epitaf?
- (2) V jakých nerostech je hliník obsažen?
- (3) Proč hliník nekoroduje do hloubky?
- (4) Z čeho se vyrábějí elektrické vodiče a proč?
- (5) Co je to dural a kde se používá?
- (6) Popište „zbabělé“ chování hydroxidu hlinitého.
- (7) Jak a z čeho se vyrábí porcelán?

## V. Cín, olovo

cín, Sn, olovo, Pb

### 1. Uspořádání valenční sféry

Má 4 valenční elektrony, vaznost je + II nebo + IV.

### 2. Výskyt

cín se vyskytuje v nerostu cínovci  $\text{SnO}_2$ , olovo v nerostu galenitu  $\text{PbS}^{\text{II}}$

### 3. Výroba

z nerostů, které je obsahují

### 4. Vlastnosti a použití

- **cín** je měkký, lesklý, snadno tavitelný kov, odolný proti korozi,
  - o za nízkých teplot se kovový cín mění na šedou práškovou formu (tzv. cínový mor – historicky cenný cínový talíř se může rozsypat na hromádku prášku);
  - o ve slitině s mědí vzniká bronz (v době bronzové jako užitkový kov, nyní sochy);
  - o ve slitině s olovem se používá k pájení
- **olovo** je modrošedý velmi těžký a velmi měkký kov (dá se krájet nožem), je jedovatý, dobře chrání před radioaktivním a rentgenovým zářením (zástěry, obložení stěn)
  - o používá se do akumulátorů, při ochraně před zářením (zástěny při rentgenování)
  - o v minulosti olověná potrubí na pitnou vodu (uvnitř pokrytá cínem), olověné broky do loveckých zbraní na drobnou zvěř (nahrazují se ocelovými)

## 5. Sloučeniny

- **oxid cíničitý**  $\text{SnO}_2$  – bílá barviva
- **sírník cíničitý**  $\text{SnS}_2$  - „falešné“ pozlacování
- **sloučeniny olova** - při výrobě skla, jako žluté nebo oranžové barvivo, dříve do barev na kovy (nyní z ekologických důvodů nahrazeno jinými; staří Římané je hojně používali a možná i proto vymřeli)
- **tetraetylolovo** (organická sloučenina olova) se používalo jako přísada do benzínu Super a Special (z ekologických důvodů se přestává používat – používá se benzín Natural)
- **všechny sloučeniny olova jsou jedovaté**

### OTÁZKY:

- (1) Co je to galenit?
- (2) Cínový mor je nebezpečná virová choroba, při níž pacient zbledne až do běla – či je to docela jinak?

- (3) Jaké je složení bronzu? K čemu se používá?
- (4) Proč jsou automobilové akumulátory tak těžké?
- (5) Před čím chrání olovo? Jak se k tomuto účelu používá?
- (6) K čemu se dříve používaly sloučeniny olova a proč se už nepoužívají?

## VI. Přechodné prvky

celkem 32 kovových prvků, mají podobné uspořádání elektronového orbitalu d; z běžného pohledu jsou to „*opravdové kovy*“. Z nich se v této kapitole budou probírat jen:

- chrom (Cr), nikl (Ni), mangan (Mn),
- molybden (Mo), tantal (Ta), titan (Ti),
- kadmium (Cd), kobalt (Co)
- wolfram (W), osmium (Os), platina (Pt),

v dalších kapitolách jsou: *železo (Fe), měď (Cu), zinek (Zn), stříbro (Ag), zlato (Au), rtuť (Hg)*

### 1. Společné vlastnosti

- tvrdé, houževnaté, lesklé, kujné, tažné
- dobré vodiče elektřiny i tepla
- mají vysokou teplotu tání a velkou hustotu

### 2. Jednotlivé přechodné prvky

- **Chrom, Cr**
    - tvrdý bílý kov, odolný proti korozi, používá se k ochraně povrchu oceli pochromováním, přidává se do nerez ocelí (chromová ocel)
  - **Nikl, Ni**
    - bílý magnetický kov odolný proti korozi, používá se k ochraně kovů poniklováním, k výrobě baterií (Ni-Cd), ze slitiny Ni se razí mince, Ni se přidává do nerez ocelí
  - **Mangan, Mn**
    - tvrdý, křehký, načervenalý kov, přidává se do speciálních tvrdých ocelí; jeho sloučenina manganistan draselný  $\text{KMnO}_4$  (hypermangan) je silné oxidační činidlo a dezinfekční prostředek
- 
- **Molybden, Mo**
    - tvrdý bílý kov, přidává se do speciálních tvrdých nerez ocelí (např. na kuličková ložiska), žárovková vlákna
  - **Tantal, Ta**
    - vzácný kov, používá se na vlákna žárovek a v chirurgii na náhrady kostí a vodivá spojení nervů
  - **Titan, Ti**
    - lehký pevný kov – lehké a velmi odolné slitiny v leteckém a raketovém průmyslu, v klenotnictví
- 
- **Kadmium, Cd**
    - měkký stříbřitý kov, jedovatý; jeho slitiny mají nízkou teplotu tání; používá se na výrobu řídicích tyčí pro jaderné reaktory, na výrobu Ni-Cd baterií, sloučeniny se používají jako pigmenty pro výrobu barev
    - obsažen ve výfukových plynech naftových motorů, znečišťuje životní prostředí
  - **Kobalt, Co**
    - tvrdý, stříbrolesklý, magnetický kov, používá se do slitin na výrobu magnetů; jeho radioizotop slouží k ozařování při léčbě rakoviny
- 
- **Wolfram, W**
    - tvrdý šedý kov, nepodléhající korozi; mimořádně vysoký bod tání (3 400°C, Fe jen 1 600°C), používá se do slitin a na výrobu žárovkových vláken

- **Osmium, Os**
  - bílý, tvrdý kov, prvek s největší hustotou (1 litr váží 22 kg, litr olova jen 11 kg, litr železa 8 kg); jeho slitiny s platinou se používají v elektrotechnice na kontakty
- **Platina, Pt**
  - tvrdý stříbrně bílý kov; používá se jako katalyzátor do automobilových výfuků, v chirurgii na spojování kostí, na výrobu šperků

**OTÁZKY:**

- (1) Jak se chemicky říká „opravdovým“ kovům?
- (2) Jaké společné vlastnosti mají přechodné kovy?
- (3) Které přechodné kovy se používají k ochraně povrchu ocelí?
- (4) Které přechodné kovy se přidávají do ocelí, aby získaly speciální vlastnosti (houževnatost, nerez)?
- (5) Co je to hypermangan a k čemu se používá?
- (6) Co víš o titanu?
- (7) Který jedovatý kov má souvislost s bateriemi a současně s jadernými reaktory?
- (8) Který kov má extrémně vysoký bod tání a který vysokou hustotu? K čemu se používají?
- (9) Který přechodný (drahý) kov má doma skoro každý (v garáži)? K čemu tam slouží?

**VII. Železo**

železo, Fe, nejběžnější kov

**1. Vaznost**

vaznost je + II, + III.

**2. Výskyt**

vyskytuje se ve sloučeninách, hlavní rudou je **hematit** Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (oxid železitý), má červenou barvu – hema=krev

**3. Výroba**

- do vysoké pece se naveze ruda, koks (C) a vápenec (CaCO<sub>3</sub>).
- zahříváním vápence vzniká  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  oxid uhličitý
- koks reaguje s kyslíkem ze vzduchu  $2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$  oxid uhelnatý
- oxid uhelnatý redukuje rudu na železo  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
- do CaO se zachycují nečistoty z rudy, vzniká struska

**4. Vlastnosti a použití**

- **čisté železo** - poměrně měkký, bílý, magnetický kov, s vysokým bodem tání
  - tavením ve vysoké peci se vyrobí surové železo, které obsahuje cca 10% uhlíku a dalších příměsí a nedá se technicky používat – dál se zpracovává na ocel nebo litinu
- **ocel** se vyrobí snížením obsahu uhlíku v surovém železe (oxidací C na CO<sub>2</sub>) v ocelářských pecích
  - ocel má větší pevnost a tvrdost
  - přidávkem některého z přechodných kovů (legováním) získává ocel zvláštní vlastnosti, např. přidáním 11-14% chromu vznikají nerez oceli; přidáním křemíku se zlepšuje pružnost, přidáním manganu tvrdost
  - vyrábí se velké množství speciálních ocelí s různými vlastnostmi pro různé použití
  - kalení oceli je její zahřátí a prudké ochlazení (do vody), tím se ale zvýší křehkost, proto se kalená ocel tzv. popouští, to znamená, že se znovu zahřeje a pak zvolna ochlazuje
- **sloučeniny**
  - železnaté: sloučeniny, jejich roztoky jsou zbarveny do zelena (např. chlorid železnatý FeCl<sub>2</sub>, síran železnatý FeSO<sub>4</sub> – zelená skalice)
  - železité: sloučeniny mají roztoky žluté, např. chlorid železitý FeCl<sub>3</sub>,

**OTÁZKY:**

- (1) Kolikavazné může být železo, jaké může tvořit sloučeniny?
- (2) Jaké složení má hematit a proč se tak jmenuje?
- (3) Popište postup při výrobě železa?

- (4) Je nějaký rozdíl mezi surovým železem a ocelí? Jaký?  
 (5) Co je to legování oceli a co se při něm používá?  
 (6) Co je to kalení oceli a proč se dělá?

## VIII. Měď, stříbro, zlato

měď Cu; stříbro Ag, zlato Au

### 1. Výskyt

- **Cu** – v rudách, např. kupritu  $\text{Cu}_2\text{O}$  (Cuprum, čti kuprum, je latinský název pro měď)
- **Ag** – ryzí nebo v rudě argentitu (Argentum je latinsky stříbro)
- **Au** - ryzí ve formě zlatých šupinek v písku nebo zlatých žil, prostupujících horninu
  - z písku se těží vyplavováním lehčích částic proudem vody – rýžováním – těžké zlato zůstává
  - z horniny se těží promýváním rozemleté horniny roztokem kyanidu draselného (KCN) – tento způsob se měl použít také při těžbě zlata v Kašperských horách na Šumavě, nakonec to nebylo povoleno

### 2. Výroba

- **Cu** – pražením rudy s křemenným pískem  $\text{SiO}_2$  a pak se čistí elektrolýzou
- **Ag, Au** – stříbrná ruda se zpracovává chemicky, ryzí stříbro i zlato se zpracovává tavením

### 3. Vlastnosti a použití

- **Cu (měď)**
  - červený, měkký, houževnatý kov, kujný, tažný, výborný vodič tepla a elektřiny, barví plamen do zelena
  - málo reaktivní, na vzduchu se pokrývá měděnkou
  - je v řadě reaktivnosti kovů až za vodíkem, proto nereaguje se zředěnými kyselinami ani hydroxidy
  - čistá měď se používá se pro výrobu elektrických vodičů
  - slitiny odolné proti korozi: Cu + Zn je mosaz (ozdobné předměty zlatého lesku, časem tmavnou); Cu + Sn je bronz (sochy); Cu + nikl – slitina na výrobu mincí; přidávkem mědi a stříbra ke zlatu vzniká méněkarátové zlato (24 karátů je čisté zlato)
  - sloučeniny mědi
    - síran měďnatý  $\text{CuSO}_4$  (modrá skalice) – modré krystalky, používají se k pokovování a k ničení plísní
    - chlorid měďnatý  $\text{CuCl}_2$  – barvení ohňostrojů do zelena
- **Ag (stříbro)**
  - měkký stříbrný kov, velmi dobře kujný a tažný, ještě lepší vodič než měď
  - velmi málo reaktivní, rozpouští se jen v koncentrované  $\text{HNO}_3$
  - čisté stříbro se používá v klenotnictví, k pokovování, na kontakty v elektrotechnice; bez tvará forma stříbra je černý prášek se silným dezinfekčním účinkem
  - sloučeniny stříbra – bromid stříbrný  $\text{AgBr}$  je základní sloučeninou pro výrobu fotografických filmů a papírů
- **Au (zlato)**
  - měkký, lesklý, těžký žlutý kov, výborný vodič, ze všech kovů nejlépe kujný a tažný
  - čisté zlato má 24 karátů (1 karát =  $1/24$ )
  - reaguje pouze s lučavkou královskou
  - používá se hlavně ve formě slitin s Ag a Cu, a to na šperky, mince (slitina Au s Cu je tvrdší než zlato, proto se dříve kousalo do zlatáků – když zůstal otisk zubu, byl z pravého dobrého zlata, když nezůstal otisk, zlaták byl špatný, obsahoval spoustu mědi), speciální elektronické kontakty, dříve zubní náhrady;
  - sloučeniny zlata – chlorid zlatitý  $\text{AuCl}_3$  se používá pro barvení skla

#### OTÁZKY:

- (1) Co je to „kuprum“?  
 (2) Jaký je princip rýžování zlata? Proč zlatokopové točili pávní dokola?  
 (3) Jak reaguje Cu se zředěnými kyselinami?



- (4) K čemu se používá čistá měď?  
 (5) Jaké slitiny mědi s jinými kovy znáš a k čemu se používají?  
 (6) Jakou barvu a jaký vzorec má modrá skalice?  
 (7) Seřaď podle elektrické vodivosti vzestupně následující prvky: Ag, Al, Au, C (tuha), Cu, Fe, S.  
 (8) Kolik % zlata obsahuje 12 karátové zlato? Proč se dřívě kousalo do zlatáků?

## IX. Zinek, rtuť, uran

zinek  $\text{Zn}^{\text{II}}$ ; rtuť  $\text{Hg}^{\text{II}}$ ; uran  $\text{U}^{\text{VI}}$ ; Zn a U jsou pevné kovy, Hg kapalina

### 1. Výskyt

- **Zn** – v zinkových rudách, např. sfaleritu  $\text{ZnS}$  (siričnick zinečnatý, starý název blejno zinečnaté)
- **Hg** – nerost rumělka  $\text{HgS}$  (siričnick rtuťnatý) – červené barvivo
- **U** – nerost smolinec – oxid uranu  $\text{U}_3\text{O}_8$  – (černý jako smůla = kolomaz -přepálená pryskyřice, používaná k mazání vozů před začátkem používání vazelíny a olejů)

### 2. Výroba

- **Zn** – pražením rudy s křemenným pískem  $\text{SiO}_2$  a pak se čistí elektrolýzou
- **Hg** – rumělka se zahřátím oxiduje -  $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$
- **U** – chemicky ze smolince

### 3. Vlastnosti a použití

- **Zn (zinek)**
  - o bílý, křehký, těžký kov, snadno tavitelný, odolný proti korozi
  - o reaguje se zředěnými kyselinami za vzniku solí a vodíku, např.  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
  - o čistý zinek se používá se k ochraně ocelových plechů před korozi (pozinkování), pro výrobu baterií
  - o slitiny odolné proti korozi: Cu + Zn je mosaz - nábojnice, ozdobné kovové součástky
  - o sloučeniny zinku
  - o oxid zinečnatý  $\text{ZnO}$  (zinková běloba) – jako barvivo, do léků a kosmetických přípravků
  - o chlorid zinečnatý  $\text{ZnCl}_2$  – impregnace dřeva
- **Hg (rtuť)**
  - o kapalný stříbrný těžký kov, při pokojové teplotě se vypařuje, páry jsou prudce jedovaté
  - o při zvyšování teploty se rovnoměrně roztahuje – teploměry a jiné přístroje
  - o s jinými kovy, např. stříbrem, tvoří pevné slitiny – amalgámy (zubní plomby)
  - o sloučeniny rtuti – všechny rozpustné sloučeniny prudce jedovaté, jejich používání se omezuje
- **U (uran)**
  - o tvrdý, velmi těžký kov (proto se ochuzený, velmi málo radioaktivní uran používal na hlavice protitankových dělostřeleckých granátů – válka v Jugoslávii)
  - o vyskytuje se v několika izotopech (stejný počet protonů, ale různý počet neutronů), izotop 235 se používá v jaderné energetice a jaderných zbraních
  - o je velmi reaktivní, reaguje s vodou a s kyselinami na soli
  - o uran je radioaktivní – jeho jádra se samovolně rozpadají na lehčí prvky a uvolňují neutrony, jádra dalších atomů uranu se po zásahu letícím neutronem také rozpadnou, uvolní další neutrony, které zasáhnou další jádra – řetězová reakce
  - o přitom se uvolňuje ohromné množství energie ve formě tepla a radioaktivního záření
  - o v jaderné bombě probíhá neřízená jaderná reakce
    - o jaderná nálož 1 kg uranu odpovídá ničivostí výbuchu 20 000 tun klasické trhaviny (TNT – trinitrotoluen), teplota dosahuje desítek milionů °C, vzniká smrtící radioaktivní záření a ničivá tlaková vlna; podobná nálož zničila na konci 2. světové války velká japonská města Hirošimu a Nagasaki
    - o v jaderných reaktorech je jaderná reakce řízená, aby se nerozběhla do podoby výbuchu – přebytečné neutrony jsou zachycovány moderátory (např. grafit), aby nemohly zasáhnout další jádra
    - o vzniklé teplo přeměňuje vodu na páru a ta pohání turbíny, vyrábějící elektrický proud
  - o sloučeniny uranu – oxid uranový  $\text{UO}_3$  se používá k barvení skla

**OTÁZKY:**

- (1) Co je to „blejno zinečnaté“, rumělka a smolinec a proč se jim tak říká?
- (2) Jak se z rumělky vyrobí rtuť – rovnice?
- (3) Jaké vlastnosti má zinek, k čemu se používá?
- (4) Jaké složení má mosaz?
- (5) Čím se rtuť liší od všech ostatních kovů?
- (6) Jakou společnou vlastnost mají sloučeniny rtuti a co z toho vyplývá?
- (7) Jaké složení má kovová zubařská plomba a proč se člověk neotráví, když rtuť je jedovatá?
- (8) Jaký je princip jaderné řetězové reakce?
- (9) Jaké množství uranu by v atomové bombě odpovídalo 1 kg klasické trhaviny? Co si myslíte, že může způsobit třeba 1 kg semtexu?
- (10) Jaké jsou účinky jaderné bomby?
- (11) Jaký je princip jaderného reaktoru a proč nevybuchne?

**Některé tabulkové hodnoty****1. Tvrdost (stupnice od 0 do 10)**

cín 1,8	karborundum (SiC) 9,5-10	uhlík (tuha) 1,2	sodík 0,4	stříbro 2,7
hliník 1,9	ocel 5-8,5	uhlík (diamant) 10	zlato 2,5	
chrom 9,0	olovo 1,5	sklo 4,5 – 6,5	železo 4,5	

**2. Spalné teplo v kJ na 1 kg spálené látky**

acetylén 50	benzín 46	dřevo 18	propan 50	vodík 143 (!)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

**3. Rozpustnost v g (mg) na 100 g rozpouštědla**

Látka	0°C	20°C	100°C
NaCl (g)	36	36	39
O <sub>2</sub> (mg)	6,9	4,3 (50°C – 2,7)	

**4. Tepelná kapacita (teplo v kJ, nutné k zahřátí 1 kg látky o 1)**

voda 4,2	Al 0,9	Pb 0,13
----------	--------	---------



**Přehled důležitých prvků**

Pozn. Hustota při teplotě 20°C, u plynů při tlaku 101 kPa.

skupina	název	značka	hustota kg/dm <sup>3</sup>	teplota varu °C	teplota tání °C
plyny	vodík	H	0,000 084	-253	-259
plyny	kyslík	O	0,0011	-183	-218
netečné plyny	helium	He	0,0002	-269	-270
netečné plyny	neon	Ne	0,0008	-246	-246
netečné plyny	argon	Ar	0,0018	-186	-189
netečné plyny	krypton	Kr	0,0035	-152	-157
netečné plyny	xenon	Xe	0,0055	-108	-112
netečné plyny	radon	Rn	0,0092	-62	-71
halogeny	fluor	F	0,0016	-188	-220
halogeny	chlor	Cl	0,0030	-35	-101
halogeny	brom	Br	3,1	59	-7
halogeny	jod	I	4,9	184	114
nekovy	síra	S	2,1	444	113
nekovy	selen	Se	4,8	685	217
nekovy	dusík	N	0,0012	-196	-210
nekovy	fosfor	P	1,8	280	44
nekovy	uhlík	C	2,3	4 830	3 730*
nekovy	křemík	Si	2,3	2 360	1 410
alkalické kovy	sodík	Na	1,0	890	98
alkalické kovy	draslík	K	0,9	774	63
kovy alkal. zemin	vápník	Ca	1,5	1 487	850
kovy alkal. zemin	hořčík	Mg	1,7	1 110	650
kovy	hliník	Al	2,7	2 470	660
kovy	cín	Sn	7,3	2 270	232
kovy	olovo	Pb	11,3	1 744	327
kovy	chrom	Cr	7,2	2 482	1 890
přechodné kovy	nikl	Ni	8,9	2 730	1 453
přechodné kovy	mangan	Mn	7,2	2 100	1 240
přechodné kovy	molybden	Mo	10,2	5 560	2 610
přechodné kovy	tantal	Ta	16,6	5 420	3 000
přechodné kovy	titan	Ti	4,5	3 260	1 675
přechodné kovy	kadmium	Cd	8,6	765	321
přechodné kovy	kobalt	Co	8,9	2 900	1 492
přechodné kovy	wolfram	W	19,4	5 930	3 410
přechodné kovy	osmium	Os	22,5	5 000	3 000
přechodné kovy	platina	Pt	21,4	4 530	1 769
kovy	železo	Fe	7,9	3 000	1 535
kovy	měď	Cu	8,9	2 595	1 083
kovy	stříbro	Ag	10,5	2 210	961
kovy	zlato	Au	19,3	2 970	1 063
kovy	zinek	Zn	7,1	907	420
kovy	rtuť	Hg	13,6	357	-39
kovy	uran	U	19,1	3 820	1 130
<b>Sloučeniny</b>	voda		1,0	100	0
	oxid uhličitý		0,0020	-78	-57
<b>Směsi</b>	vzduch		0,0013		

Pramen: Wertheim J. a kol.: *Ilustrovaný přehled chemie. Blesk, Ostrava 1994.*Hustota plynů je uvedena podle Mikulčák M.: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro SOU. SPN, P. 1990*

## D. Organická chemie

### I. Úvod

#### 1. Předmět organické chemie

Původně se organická chemie zabývala látkami ze živých organismů. Dnes se zabývá studiem organických sloučenin, tj. sloučenin uhlíku kromě uhlíčanů a oxidů. Doposud je známo **přes 12 milionů** organických sloučenin (anorganických je pouze kolem 500 tisíc). Je to umožněno schopností uhlíku tvořit velmi dlouhé řetězce.

Kromě **uhlíku** obsahují organické sloučeniny především **vodík**, v menším množství **kyslík**, **dušík** a v malém množství i další prvky.

Atomy v organických sloučeninách jsou vázány **kovalentní vazbou**.

#### 2. Rozdělení organických sloučenin

Dělí se na alifatické a aromatické.

##### ♦ *alifatické (řetězce)*

se skládají z **uhlíkového řetězce**. Tyto řetězce mohou být:

a) rovné  $C - C - C - C$

b) rozvětvené (na hlavní řetězec navazují postranní řetězce)  $C - C - C \begin{cases} C - C \\ C - C \end{cases}$

c) uzavřené do kruhu (cyklické)

##### ♦ *aromatické (jádra)*

obsahují tzv. benzenové jádro, což je kruh šesti uhlíků, propojených vazbami zvláštního druhu.

#### 3. Vaznost prvků a vazby v organické chemii

V organických sloučeninách je **uhlík vždy čtyřvazný**, **vodík jednovazný**, **kyslík dvouvalentní**

##### ♦ *jednoduchá vazba*

je tvořena jedním společným elektronovým párem; sloučeniny s takovými vazbami se nazývají **nasycené**

##### ♦ *dvojná vazba*

je tvořena dvěma společnými elektronovými páry; sloučeniny s takovými vazbami se nazývají **nenasycené** (dvojná vazba může navázat jednovazný prvek a tím se přeměnit na jednoduchou – nasýtí se)

##### ♦ *trojná vazba*

je tvořena třemi společnými elektronovými páry, může se změnit na dvojnou nebo jednoduchou

#### 4. Vzorce v organické chemii

Na rozdíl od chemie anorganické se používají tři druhy vzorců:

##### ♦ *sumární*

uvádí celkový počet atomů jednotlivých prvků – např.  $C_2H_6O$  (může to být etanol, ale také éter, záleží na uspořádání atomů) – pro organickou chemii se moc nehodí

##### ♦ *strukturní*

rozepisuje rozmístění všech prvků a vazeb mezi nimi, hodí se pro vytvoření názorné představy o sloučenině

##### ♦ *racionální vzorce*

Rozepisují se jen atomy hlavního řetězce, skupiny na nich se uvádějí sumárně, např.  $CH_3 CH_2 OH$  (etanol) nebo  $CH_3 OCH_3$  (éter) – v organické chemii se používají nejvíc.

Všechny tyto vzorce však vystihují skutečnost jen částečně, protože molekuly jsou útvary prostorové a jejich uspořádání má vliv na jejich chemické vlastnosti. Sloučeniny se stejnými vzorci, ale různým prostorovým uspořádáním se nazývají izomery (prostorové či stereoizomery).

Organické sloučeniny se vyskytují v řadách (**homologických řadách**), v nichž postupně přibývá počet uhlíků. Členové homologické řady mají podobné chemické vlastnosti, ale jejich fyzikální vlastnosti (hustota, bod tání apod.) se s nárůstem počtu uhlíků postupně mění. Základní je řada alifatických uhlovodíků.

K vyjádření počtu atomů nebo skupin v názvu organické látky se používají **latinské číslovky**:

mono – jeden

hexa – šest

*oligo – malý počet, málo*

di – dva

hepta – sedm

*poly – velký počet, mnoho*

tri – tři

okta – osm

tetra – čtyři

nona – devět

penta – pět

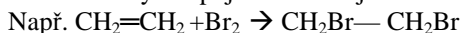
deka – deset

Dichloretan je tedy etan, v němž byly dva vodíky nahrazeny chlorem. Trichloretan obsahuje 3 atomy chloru. Polyetylén se skládá z mnoha etylénů.

## 5. Důležité reakce

### ♦ *adice (spojení)*

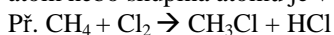
dvě molekuly se spojí a vznikne jedna větší molekula



*eten + brom → dibrometan*

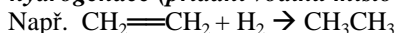
### ♦ *substituce (nahrazení)*

atom nebo skupina atomů je v molekule nahrazena jiným atomem nebo skupinou



*metan + chlor → chlormetan + chlorovodík*

### ♦ *hydrogenace (přidání vodíku místo vícenásobné vazby)*



nenасыčená vazba se změní v nasycenou (tato reakce se používá např. při ztužování rostlinných tuků)

## OTÁZKY:

- (1) Proč se organické chemii říká organická?
- (2) Proč je daleko více organických sloučenin než anorganických?
- (3) Které prvky jsou obsaženy v organických sloučeninách a který z nich je nejdůležitější?
- (4) Jak vypadá rozvětvený alifatický řetězec?
- (5) Které sloučeniny se nazývají nenasycené a proč?
- (6) Který druh vzorců se v organické chemii používá nejvíce? Uveď příklad.
- (7) Co je to homologická řada, čím se od sebe liší její členové?
- (8) Jak by vypadaly uhlovodíky hexan, cyklohexan, dichlorcyklohexan, hexachlorcyklohexan, oktan, dekan?
- (9) Co se děje při substituční reakci? Napiš rovnici.
- (10) Který typ reakce se používá při ztužování rostlinných tuků a co se při ní děje?

## II. Alifatické sloučeniny - řetězce

### 1. Alkany (základní řada uhlovodíků)

Jsou tvořeny z uhlíkových řetězců různé délky, doplněných vodíkovými atomy. Vytvářejí souvislou řadu, tzv. homologickou řadu. Jejich názvy jsou (kromě prvních 4) tvořeny latinskou číslovkou a příponou -an. Zbytek po odtržení vodíku má příponu -yl (metyl, etyl, butyl...). Alkany na vzduchu hoří za tvorby oxidu uhličitého a vody. Protože jsou nasyčené, reagují ještě s halogeny, jinak jsou málo aktivní. Získávají se z ropy (kromě metanu). Používají se jako palivo a jako surovina pro chemický průmysl, např. k výrobě plastů.

**Tabulka alkanů**

<i>název</i>	<i>racionální vzorec</i>	<i>skupenství</i>	<i>bod varu</i>
metan	CH <sub>4</sub>	plyn	-161 °C
etan	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	plyn	-88 °C
propan	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	plyn	-42 °C
butan	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	plyn	-0,5 °C
<i>řada dále pokračuje</i>			

### ♦ *metan*

Bezbarvý plyn bez zápachu, hořlavý, ve směsi se vzduchem výbušný<sup>5</sup>; po přimíchání páchnoucí látky se používá jako zemní plyn k vytápění a vaření v domácnostech, je surovinou pro výrobu vodíku

### ♦ *etan*

stejně vlastnosti jako metan, získává se z ropy, používá se jako surovina pro výrobu dalších organických látek

<sup>5</sup> Metan na rozdíl od dříve používaného svítiplynu není jedovatý. Pokud by si dnes někdo chtěl „pustit plyn“ za účelem sebevraždy, mohlo by to skončit leda rozmetáním celého domu.

♦ **propan, butan**

hořlavé plyny, těžší než vzduch, snadno zkapařitelné, ve směsi se jako propan-butan (PB) používají k vaření a k alternativnímu pohonu vozidel. Ve směsi se vzduchem výbušné.

♦ **Halogenové deriváty alkanů**

Alkany snadno reagují s halogeny. Vzniklé halogenderiváty jsou většinou bezbarvé tekavé kapaliny. **Monochlormetan** se používá jako chladicí kapalina, **trichlormetan** jako rozpouštědlo. **Tetrachlormetan** (tetrachlor) je nehořlavá těžká kapalina, používá se do hasicích přístrojů.

## 2. Alkeny (s dvojnou vazbou, nenasycené)

Alkeny jsou nenasycené alifatické uhlovodíky, které obsahují jednu či více **dvojných** vazeb. Jsou reaktivnější než alkany, na vzduchu hoří čadivým plamenem. Vyrábějí se krakováním (rozbíjením delších řetězců) alkanů. Některé z nich vytvářejí polymery (velmi dlouhé řetězce; mezi polymery patří např. plasty).

♦ **eten (etylén)  $CH_2=CH_2$**

bezbarvý plyn nasládlé vůně, vyrábí se z něho polyetylén (např. plastové sáčky a různé fólie).

♦ **propen (propylén)  $CH_2CH=CH_2$**

bezbarvý plyn, používaný k výrobě acetonu (ředidlo) a polypropylenu (plast na fólie a různé předměty)

## 3. Alkiny (s trojnou vazbou, nenasycené)

Alkiny jsou nenasycené alifatické uhlovodíky, které obsahují jednu či více **trojných** vazeb. Na vzduchu hoří čadivým<sup>6</sup> plamenem, ale v čistém kyslíku je plamen velmi výhřevný.

♦ **etin (acetylén)  $CH\equiv CH$**

bezbarvý plyn nasládlého zápachu, používá se především na běžné svařování (vodík se používá spíše na řezání plamenem, má o něco vyšší teplotu)

### OTÁZKY:

- (1) Co jsou alkany, alkeny a alkyny?
- (2) Co je to zemní plyn a jaké má vlastnosti?
- (3) K čemu se používá propan a butan? Proč se nesmí bomba s PB uložit do sklepa?
- (4) Napiš vzorec tetrachlormetanu a vysvětli jeho použití.
- (5) Proč alkeny a alkyny hoří ve vzduchu čadivým plamenem?
- (6) Z čeho se vyrábí polyetylén?
- (7) Svářeč používá dvě tlakové ocelové láhve. Co v nich asi je?

## 4. Alkoholy

Alkoholy jsou organické látky, které vzniknou přidáním hydroxylové skupiny  $-OH$  k uhlovodíku. Názvy alkoholů se tvoří přidáním přípony  $-ol$  k názvu uhlovodíků (metan+ol, etan+ol atd.). Nižší alkoholy jsou čiré, typicky páchnoucí kapaliny, rozpustné ve vodě. Jsou hořlavé.

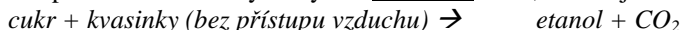
♦ **Metanol  $CH_3OH$**

Čirá, prudce jedovatá kapalina s typicky alkoholovým pachem. Už v nepatrném množství způsobí nezvratné oslepnutí. Může vznikat i při domácím neoborném pálení slivovice. Bod varu má nižší než etanol, pouhých 66°C.

♦ **Etanol  $CH_3CH_2OH$**

Čirá kapalina typické vůně. Bod varu má 78,5°C. Ve větších dávkách způsobuje alkoholické opojení.

Pro potravinářské účely se vyrábí kvašením látek, obsahujících cukr (vinné hrozny, ječmen, obilí):



(za přístupu vzduchu místo alkoholového kvašení proběhne kvašení octové a vzniká ocet).

Kvašením je možno dosáhnout jen nízkého obsahu alkoholu, jaký je v pivu či vínu, pak alkohol usmrtí i samotné kvasinky. Zvýšení obsahu alkoholu se dosáhne destilací (při zahřívání směsi vody a etanolu se nejprve odpařuje etanol, který má nižší bod varu). Pro průmyslové účely se etanol vyrábí chemicky.

♦ **propanol, butanol**

Tyto alkoholy jsou husté kapaliny, s vodou se mísí méně nebo vůbec. Používají se jako rozpouštědla.

♦ **vícesytné alkoholy**

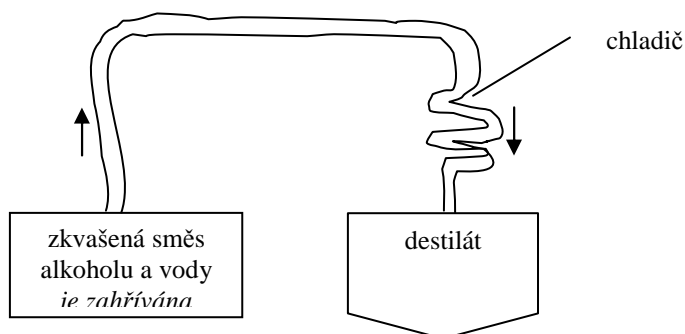
Tyto alkoholy mají více skupin OH (proto vícesytné).

<sup>6</sup> Obsah kyslíku ve vzduchu nestačí na to, aby se veškerý C dokonale spálil na  $CO_2$  a část zůstává jako saze. Po přidání kyslíku shoří vše.

**Etandiol** (glykol) obsahuje dvě skupiny OH. Je to nasládlá jedovatá kapalina, používá se do nemrznoucích směsí v automobilových chladičích.

**Propantriol** (glycerol, glycerin) obsahuje tři skupiny OH. Je to viskózní čirá kapalina, rozpouští se ve vodě i v tucích. Proto se používá do kosmetických přípravků. Je součástí tuků.

#### Schéma destilace



#### OTÁZKY:

- (1) Vyjmenuj řadu 3 alkoholů, u každého uveď jeho význam.
- (2) Napiš strukturní vzorec metanolu. Co o něm víš?
- (3) Jak vzniká alkohol v alkoholických nápojích? Napiš rovnici.
- (4) Jakým způsobem se dá získat 40% alkoholický nápoj? Kolik čistého alkoholu je v 1 litru takového nápoje?
- (5) Proč se některým alkoholům říká vícesytné? Napiš vzorec jednoho z nich.
- (6) Které alkoholy jsou jedovaté? Které alkoholy se přidávají do kosmetických přípravků a proč?
- (7) Parta zedníků se pěkně napila podomácku vyrobené slivovice. Proč za nějaký čas začali někteří z nich chodit s bílou holí a černými brýlemi? Kam se schovali ti ostatní?
- (8) Který alkohol patří za volant (nebo spíše k motoru auta)?

### 5. Aldehydy, ketony, aminy

Přidáním jiné funkční skupiny je možno podobně jako u alkoholů vytvořit řadu jiných chemických látek, např. aldehydů, ketonů, aminů či karboxylových kyselin.

#### ♦ aldehydy

Mají na konci řetězce aldo skupinu – CHO. Názvy aldehydů se tvoří přidáním přípony –al k názvu uhlovodíků (metan+al, etan+al atd.).

**metanal (formaldehyd)** – štiplavý jedovatý plyn, používaný k dezinfekci, konzervaci biologických preparátů (např. rybářských trofejí) a k výrobě plastů

**etanal (acetaldehyd)** – kapalina pronikavého zápachu, spojením více molekul vzniká bílá pevná látka, metaldehyd, která se prodává jako „tuhý líh“ do vařičů.

#### ♦ ketony

Mají uprostřed (!) řetězce keto skupinu – C = O. Názvy ketonů se tvoří přidáním přípony –on k názvu uhlovodíků (propan+on atd.).

**propanon (aceton)** – typicky páchnoucí jedovatá kapalina, používá se jako rozpouštědlo (odlakovač na nehty), výroba plexiskla

#### ♦ aminy

Mají v řetězci některý vodík nahrazen amino skupinou –NH<sub>2</sub>. Názvy aminů se tvoří přidáním přípony slova amin k názvu zbytku uhlovodíku (metylamin atd.). Většina aminů jsou odporně páchnoucí látky. Nejjednodušší amin metylamin, páchne po rybině; složitější aminy vznikají např. při hnití masa. Aminy se přidávají do výbušných plynů (zemní plyn, propan-butan), aby se podle zápachu poznal jejich únik.

### 6. Karboxylové (organické) kyseliny

Mají na konci řetězce karboxylovou skupinu – COOH. Názvy kyselin se tvoří přidáním slova –kyselina k názvu uhlovodíků (metan+kyselina, etan+kyselina, případně kyselina metanová atd.). Některé kyseliny mají tradiční názvy (k. máselná, octová atd.).

**kyselina metanová (mravenčí)** – obsažena v mravencích a kopřivách, používá se pro chemickou výrobu

**kyselina etanová (octová)** – v 8% koncentraci se používá jako kuchyňský ocet, pro tyto účely se vyrábí z kvašením sladkých roztoků pomocí kvasinek – cukr se mění na kyselinu octovou

**kyselina propanová (propionová)** – ve zrajících sýrech typu Romadur, olomoucké syrečky,

**kyselina butanová (máselná)** – vzniká při žluknutí másla, na nemytých nohou, ve zkažené siláži - jedovatá

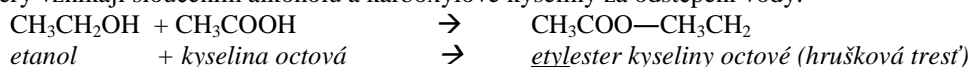
Kyselina může mít i dvě karboxylové skupiny, pak se nazývá **dikyselina**. **Etandikyselina (kyselina šťavelová)** je obsažena v malém množství ve špenátu a rebarboře, ve velkých dávkách škodí zdraví.

V kyselině je možno nahradit i další vodík funkční skupinou, např. hydroxylovou skupinou –OH. Pak vznikne hydroxykyselina (např. hydroxyoctová, hydroxypropionová atd.) Kyselina hydroxypropionová má tradiční název **kyselina mléčná**. Vzniká činností bakterií z cukrů při kysání mléka (jogurty), kvašení okurek či siláže pro krmení skotu. Má konzervační účinky a je zdraví neškodná.

Přidáním aminoskupiny –NH<sub>2</sub> ke kyselině vznikají **aminokyseliny**, které jsou základním stavebním prvkem bílkovin. Mají většinou tradiční názvy (glycin (aminooctová), valin, leucin, tryptofan aj.).

## 7. Estery

Estery vznikají sloučením alkoholu a karboxylové kyseliny za odštěpení vody.



Estery se nacházejí v ovoci a květech rostlin, dávají jim typickou vůni. Syntetické estery se používají jako tresti v potravinářství k ochucení (hrušková, vanilková, rumová trest').

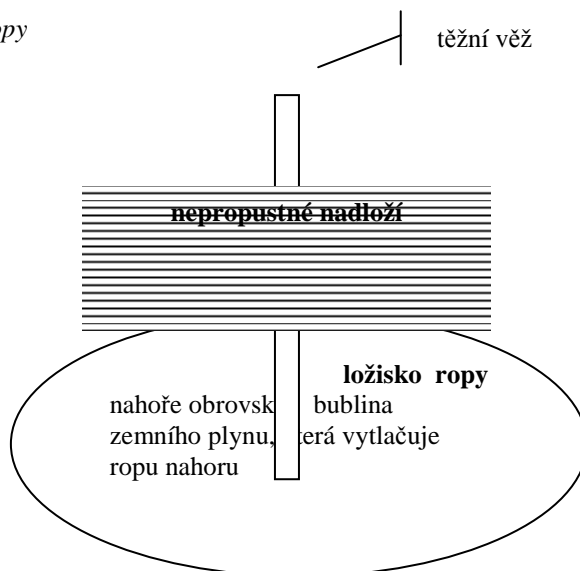
### OTÁZKY:

- (1) Jaké funkční skupiny znáš – vzorce a názvy?
- (2) Jakou funkční skupiny mají aminy? Pokus se sestavit vzorec etylendiaminu.
- (3) Napiš vzorec nejkratšího aldehydu a nejkratšího ketonu a uveď jejich vlastnosti.
- (4) Co je to chemicky aceton a k čemu se používá?
- (5) Rybář Franta má nade dvěma nádhernou štíčí hlavu. Jakou chemikálii asi použil k její preparaci?
- (6) Vyjmenuj řadu kyselin, odvozených od metanu až butanu. Která z nich se tvoří ve zrajících sýrech? (vzorce)
- (7) Která kyselina souvisí s mravenci a kopřivami? Co o ní víš?
- (8) Která kyselina je ve špenátu a čím se liší od „obyčejných“ kyselin? Pokus se sestavit její vzorec.
- (9) Proč mléko v teple zkysne (jaká kyselina tam vzniká a proč)? (vzorce)
- (10) Z jakých kyselin jsou sestaveny bílkoviny? Vzorec kyseliny aminoctové.
- (11) Které látky dávají typickou vůni ovoci a květinám? K čemu se používají?
- (12) Ester je kromě židovského ženského jména i chemická sloučenina. Co o ní víš?
- (13) Řidič si dal v hospodě 3 grogy. Pak byl zastaven policií, ale dechová zkouška žádný alkohol neukázala. Jak je to možné? (Nápověda: řidič byl O.K., ale hospodský ne.)

## III. Ropa

Ropa je tmavá olejovitá kapalina naftovitého pachu, hořlavá, nemísí se s vodou. Těží se z velkých hloubek pod zemí nebo mořským dnem. Vznikla před desítkami milionů let rozkladem zbytků živých organismů. Chemicky je to směs uhlovodíků (alkanů) různé délky a různé struktury molekul.

Obr. Schéma těžby ropy



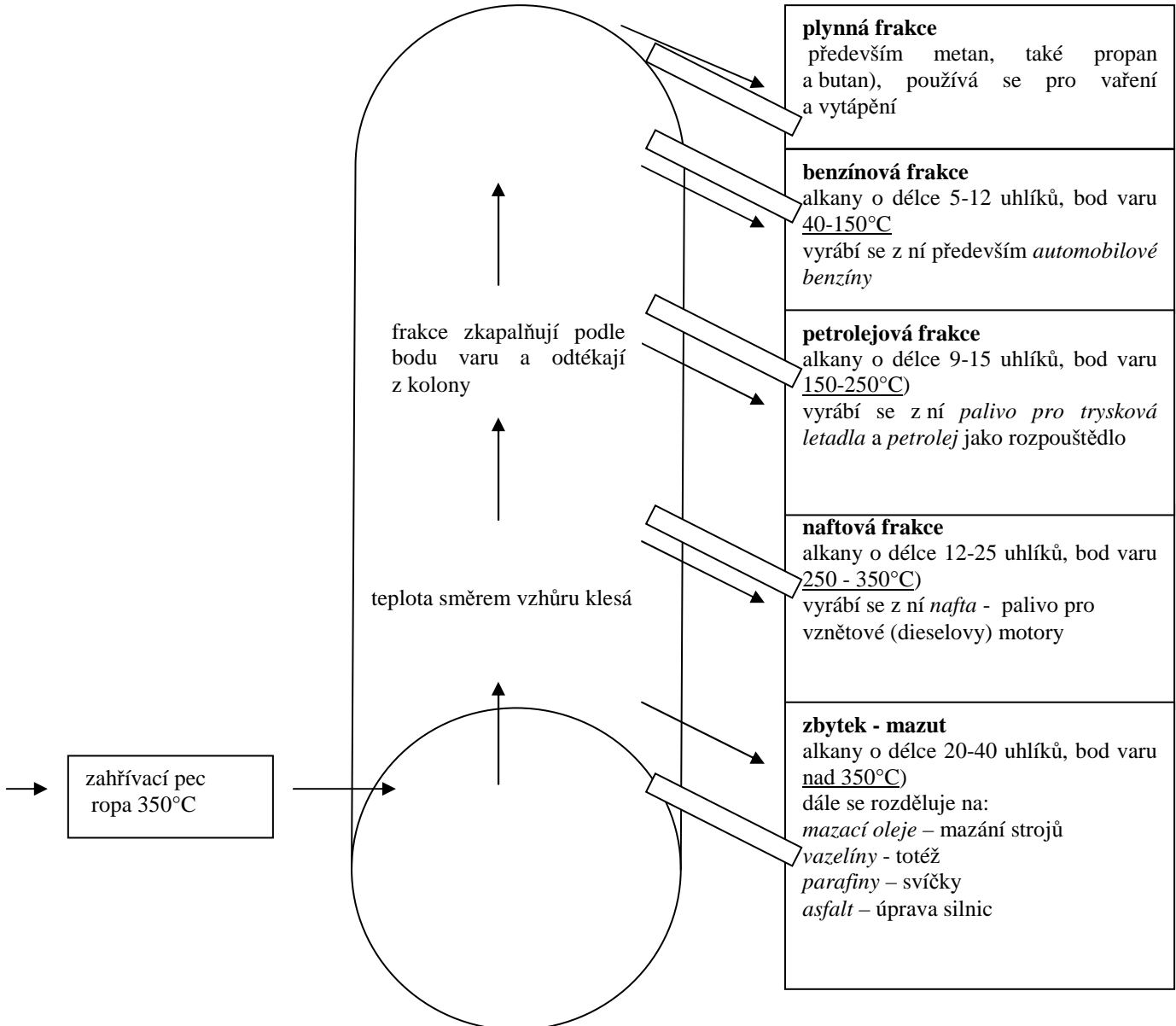


♦ **Zpracování ropy**

Ropa se zpracovává v ropných rafineriích. Nejprve se tzv. *frakční destilací* rozdělí podle bodu varu (a tím i délky řetězce) na jednotlivé složky, ty se pak dále zpracovávají tzv. *krakováním* a *reformováním*.

- **Frakční destilace** se provádí na destilační koloně. Zesponu se do ní přivádějí páry ropy o teplotě 350°C, ty stoupají nahoru, přitom se ochlazují a jednotlivé sloučeniny v různé výšce podle svého bodu varu zkapalňují a jsou odváděny pryč.

Obr. Schéma destilační kolony na frakční destilaci ropy



- **Krakování** – při vysoké teplotě se dlouhé řetězce alkanů rozbíjí na alkeny a na krátké alkanů, potřebné pro výrobu benzínu
- **Reformování** – přeměna přímých alkanových řetězců na rozvětvené, které jsou potřebné pro výrobu benzínu.

**OTÁZKY:**

- (1) Z čeho vznikla ropa a jak se těží?
- (2) Jakým způsobem se ropa zpracovává a jak se nazývá zpracovatelský závod?
- (3) Jaké chemické složení má ropa?

- (4) Jaký je princip frakční destilace ropy? Nakresli schéma.
- (5) Co je to mazut a k čemu se používá?
- (6) Proč po hození zápalky do sudu s benzinem následuje výbuch, kdežto v sudu s naftou zápalka zhasne? (Nápověda – bod varu)
- (7) Jak spolu souvisejí obluda KRAKEN, výkřik CRACK!!! v komiksu a krakování ropy?
- (8) Co se děje při re-formování při zpracování ropy?

## IV. Polymery a plasty

Polymery jsou chemické látky složené z velkého počtu stejných částí, tzv. **monomerů**. Vyskytují se v *přírodě jako bílkoviny, škroby, celulóza, kaučuk aj.* **Plasty** jsou syntetické polymery různého složení.

### 1. Příklad vzniku polymeru:



*Množství molekul etenu (etylénu) se za velkého tlaku a teploty spojí do jedné dlouhé molekuly polyetylénu.*

### 2. Plasty

Plasty mají různé chemické složení a tím i nejrůznější fyzikální a mechanické vlastnosti. Proto nacházejí velmi široké uplatnění, velké množství předmětů (většina) je nyní z plastů.

Plasty se vyrábějí z ropy. Jsou tepelně a elektricky nevodivé (proto se používají jako elektroizolace). Často jsou biologicky neodbouratelné (bakterie v přírodě nejsou schopny je rozložit na jednoduché látky) a při spalování většiny plastů vznikají jedovaté látky<sup>7</sup>.

Zhruba je lze rozdělit na **termoplasty**, které zahříváním měknou a taví se (polyetylén), a na **termosety**, které se při zahřívání netaví, ale rozkládají (bakelit).

#### Hlavní zástupci plastů:

- ◆ **polyester (PES)**  
syntetická vlákna na tkaniny (záclony, příměsi do látek na šaty apod.)
- ◆ **polyamid (PAD) - silon**  
pevná a houževnatá vlákna, na lana, padáky, ale také dámské punčochy (silonky)
- ◆ **polyetylen (PE)**  
vzniká polymerací etenu (etylénu), vyrábí se jako měkký – nízkotlaký (plastové sáčky) a tvrdý – vysokotlaký (potrubí na pitnou vodu).
- ◆ **polystyren**  
k výrobě plastových přístrojů, kelímků, pěnový polystyren jako izolační materiál (do roztaveného plastu je přimíchána látka, která uvolňuje bublinky plynu, takže vzniká jakési „těsto“, které po zchladnutí ztvrdne).
- ◆ **polyvinylchlorid (PVC)**  
Ve své molekule obsahuje atom chloru, proto zplodiny jeho hoření jsou zvláště škodlivé. Používá se jako izolace, odpadní potrubí, linoleum apod.
- ◆ **polyakrylát (plexisklo)**  
používá se všude, kde je třeba průhledného materiálu a obyčejné sklo se nehodí; je měkčí než sklo, ale není tak křehké
- ◆ **teflon**  
plast obsahující fluor (proto to F v názvu), je značně odolný vůči vysokým teplotám, používá se na pokrývání povrchu pánví a jiných nádob na smažení – lze smažit bez tuku a jídlo se nepřipalí. Vysokou teplotou nad 500°C se však i teflon rozloží.
- ◆ **kevlar**  
mimořádně houževnatý a pevný plast, používá se na vojenské přilby a neprůstřelné vesty

#### OTÁZKY:

- (1) Co znamená, že plasty jsou biologicky neodbouratelné a jaký to má praktický význam?
- (2) Co jsou to polymery a z jakých základních jednotek se skládají? Které přírodní polymery znáš?
- (3) Které umělé polymery znáš a do kterých hlavních skupin se dělí?
- (4) Jaké vlastnosti mají plasty?
- (5) Z jakých plastů se vyrábějí elektrické vodiče a proč? (Nápověda: Pozor!)

<sup>7</sup> Proto je trestuhodné likvidovat plasty spalováním v kamnech nebo na ohništi.

- (6) Který plast se používá na odpadní potrubí a který na padáky a punčocháče?
- (7) S kterými plasty přicházejí do styku především kuchaři a se kterými především vojáci a policisté?
- (8) Je spálení v kamnech či na ohni dobrým způsobem likvidace plastů? Proč?
- (9) Vysvětli zkratky PES, PAD, PE.
- (10) Co se stane s PET lahví na skládce za 10 let?

## V. Detergenty (mycí a prací prostředky)

Detergenty jsou látky, které po přidání do vody jsou schopny odstraňovat zejména mastné nečistoty. Ačkoliv špínu v chemickém smyslu nerozpouštějí, způsobují její uvolnění, rozptýlení a odstranění.

Molekula detergentu je tvořena dlouhým uhlovodíkovým řetězcem. Na jedné straně má **hydrofilní** skupinu (přitahující, „milující“ vodu), na druhém konci je **hydrofobní** (odpužující, nesnášející vodu, o to však více tuky „milující“) uhlovodíkový **řetězec**.

Detergent působí tak, že hydrofilní část molekuly zůstává ve vodě, kdežto hydrofobní řetězec pronikne do částice tukové nečistoty a roztrhá ji na drobné kapénky. Ty jsou vodou při máchání odplaveny pryč.

hydrofobní konec



hydrofilní konec

Detergenty můžeme rozdělit na přírodní (mýdla) a na syntetické (saponáty).

Vlastnost	mýdla	syntetické detergenty
chemické složení	sodná nebo draselná sůl mastné kyseliny, např. stearové	různé
účinek v tvrdé vodě	ne	ano
biologické odbourávání	ano	dříve ne, moderní prostředky již ano

Detergenty také snižují povrchové napětí vody a tím umožňují lepší smáčení povrchů (voda se rozprostírá a netvoří kapky).



Prací prášky obsahují kromě detergentů i další látky, které mají bělicí účinky nebo snižují pěnivost. Některé prášky obsahují také **enzymy**, které rozkládají bílkoviny (součástí nečistot jsou i bílkoviny, které jsou samotnými detergenty odstraňovány dost špatně).

### OTÁZKY:

- (1) K čemu slouží detergenty a jak působí?
- (2) Co je to hydrofilní a hydrofobní a jak to souvisí s praním prádla?
- (3) Půjdou ponožky vyprat mýdlem ve velmi tvrdé studniční vodě?
- (4) Jaké další složky kromě detergentů obsahují prací prášky?
- (5) Jaké je chemické složení mýdla?
- (6) Zjistí na obalu saponátu, zda je biologicky odbouratelný.



## VI. Potrava

Každý živý organismus se uchová při životě jen tehdy, když z vnějšího prostředí **přijímá živiny** a naopak do něj **vylučuje odpadní látky**. Tento koloběh látek se nazývá *metabolismus*.

Rozdělení živin:

- 1) **energetické** – zdroj energie pro činnost organismu
  - a) **pohotovému zdroji** - cukry (sacharidy)
  - b) **zásobní**, ale vydatný zdroj - tuky (lipidy)
- 2) **stavební** – staví se z nich tkáň těla
  - a) **bílkoviny** (proteiny) – svalovina, vnitřní orgány, kůže
  - b) **minerální látky** – kosti, nezbytná součást některých dalších látek (např. krevní barvivo hemoglobin nemůže vzniknout bez Fe, kosti bez Ca, P, Mg); dělí se na makroelementy (Ca, P, Mg) a mikroelementy



### 3) katalyzátory

a) **vitamíny a enzymy** – organické látky různého složení, které katalyzují různé reakce v organismu *Nedostatek, nevhodný vzájemný poměr, ale také přebytek některých živin může vést k onemocnění.*

#### OTÁZKY:

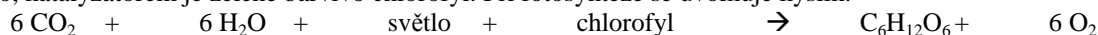
- (1) Co je to metabolismus? Vysvětli na obrázku.
- (2) Které základní živiny znáš?
- (3) Které látky slouží jako pohotovostní a které jako zásobní zdroj energie?
- (4) Jaké jsou funkce bílkovin v těle?
- (5) Které minerální látky jsou nutné pro tvorbu kostí?
- (6) Jakou funkci mají vitamíny?
- (7) V jakých případech může vzniknout onemocnění z nesprávné výživy?

## VII. Cukry (sacharidy)

Sacharidy (budeme používat raději tento název) jsou hlavním pohotovostním zdrojem energie. Chemicky jsou to *aldehydy nebo ketony*, odvozené od vícefunkčních alkoholů. Podle počtu uhlíků se rozlišují *pentózy* (5 uhlíků) a *hexózy* (6 uhlíků). Běžné cukry jsou hexózy. Jejich názvy mají příponu **-óza** (glukóza, fruktóza).

### 1. Vznik sacharidů

Jsou vytvářeny v zelených rostlinách tzv. fotosyntézou z oxidu uhličitého a vody. energii dodává sluneční světlo, katalyzátorem je zelené barvivo chlorofyl. Při fotosyntéze se uvolňuje kyslík.



### 2. Rozdělení

Podle složitosti se dělí na monosacharidy, disacharidy a polysacharidy.

#### ♦ *monosacharidy*

Monosacharidy jsou základní stavební jednotkou sacharidů. Jsou to bílé krystalické látky sladké chuti, dobře rozpustné ve vodě. Přidávají se do speciálních nápojů pro sportovce.

**glukóza** (hroznový cukr) – *aldóza*, základní energetický zdroj pro živočichy; je obsažena v ovoci a v medu; její hladina v krvi musí být stálá (pokud není, jde o onemocnění zvané diabetes – cukrovka).

**fruktóza** (ovocný cukr) – *ketóza*, v ovoci a medu, nejsladší ze všech sacharidů; používá se jako sladidlo pro diabetiky

#### ♦ *disacharidy*

Disacharidy se skládají ze dvou monosacharidů. Obecný název pro sacharidy, které se skládají z malého počtu monosacharidů, je *oligosacharidy*.

**Sacharóza** (řepný cukr) – složena z glukózy a fruktózy, vyrábí se v cukrovarech z cukrové řepy (řepa se nakrouhá, vylouhuje horkou vodou, získaná šťáva se čistí a zahušťuje, tím vzniká surový cukr; ten se dále čistí na cukr rafinovaný, odpadem je melasa).

**Maltóza** (sladový cukr) – ze dvou glukóz, vzniká v naklíčeném ječmenu. Při výrobě piva vzniká jejím rozkladem alkohol. Podle obsahu maltózy se určuje stupňovitost piva (čím více maltózy, tím více z něho vznikne alkoholu, proto pivo o vyšší stupňovitosti obsahuje i více alkoholu).

**Laktóza** (mléčný cukr) – z glukózy a monosacharidu galaktózy, obsažen v mléce (dává převařenému mléku jeho specifickou chuť); vyrábí se ze syrovátky a používá se do sušených mlék pro kojence.

#### ♦ *polysacharidy*

Jsou to přírodní polymery. Můžeme je rozdělit na *zásobní* polysacharidy (škrob, glykogen, inulin) a na *stavební* polysacharidy (celulóza). Jsou ve vodě nerozpustné.

##### *Zásobní:*

**Škrob** – polymer glukózy, bílý prášek, nerozpustný ve vodě (v horké vodě vytváří maz). Vyskytuje se v semenech (např. obilí) a zásobních hlízách (např. brambory). Je hlavním zdrojem energie v rostlinné potravě.

**Glykogen (živočišný škrob)** si vytvářejí živočichové z přebytečné glukózy. Ukládá se do svalů a do jater. V případě potřeby se opět rozkládá na glukózu, která se „spaluje“ na energii.

**Inulin** – je zásobní látkou některých rostlin (topinambury, čekanka – kávové náhražky).

##### *Stavební*

**Celulóza (vláknina)** – polymer glukózy (až 10 000 molekul) tvoří buněčné stěny rostlinných buněk, je podstatnou součástí dřeva. V přírodě je to vůbec nejrozšířenější organická sloučenina. Je nerozpustná ve vodě a pro většinu živočichů nestravitelná. Přesto je z hlediska zdravé výživy důležitou složkou potravy, protože zajišťuje dobrý průběh trávení ve střevě.

**OTÁZKY:**

- (1) Jaké chemické složení mají sacharidy?
- (2) Které chemické látky mají tyto přípony: -ol, -al, -on, -óza?
- (3) Jak vznikají sacharidy? Napiš rovnici?
- (4) Který plyn se spotřebovává a který se uvolňuje při fotosyntéze?
- (5) Jaké je základní rozdělení sacharidů? U každé skupiny uveď 2 příklady.
- (6) Který cukr je ze všech nejsladší a který vůbec není sladký?
- (7) Který cukr souvisí s pivem a jak?
- (8) Který cukr souvisí s kojencí a jak?
- (9) Jaké chemické složení má běžný cukr a jak se vyrábí?
- (10) Jaký význam ve výživě má škrob a jaké má chemické složení?
- (11) Jakou roli hraje glykogen v svalech?
- (12) Má vláknina nějaký význam ve výživě? Proč?

**VIII. Tuky (lipidy)**

Tuky jsou hlavním zásobním zdrojem energie pro živočichy i některé rostliny. Chemicky jsou to estery karboxylových kyselin s delším řetězcem (tzv. **mastných kyselin**) **palmitové** (C16...), **stearové** (C18...), **olejové** (C18 =...) a **trojsytného alkoholu glycerolu**.

Konzistence (tekutost nebo tuhost) tuku závisí na poměru těchto kyselin. *Tuky s převahou kyseliny stearové jsou za normální teploty tuhé (hovězí lůj), tuky s převahou kyseliny olejové jsou tekuté (rybí tuk, rostlinné oleje).*

Tuky jsou nerozpustné ve vodě, ale rozpouštějí se v alkoholu a organických rozpouštědlech.

**1. Vznik a získávání tuků**

Tuky vznikají u rostlin ze sacharidů, u živočichů ze sacharidů nebo tuků z potravy.

♦ **rostlinné tuky**

Jsou většinou tekuté - oleje. K nejvýznamnějším patří olej slunečnicový, olivový, řepkový (biodiesel), podzemnicový. Kokosový tuk je tuhý. Získávají se lisováním semen a plodů olejnatých rostlin. Standardně se tuky lisují ze zahřátých semen (je vyšší výtěžnost), kvalitnější je však tuk lisovaný za studena. Ten si zachová typickou vůni a chuť a proto se hodí např. ve studené kuchyni.

♦ **živočišné tuky**

Jsou většinou tuhé. Získávají se škvařením tukové tkáně hospodářských zvířat. Tuk prasat se nazývá **sádlo**, tuk skotu a ovcí se nazývá **lůj**. Husí sádlo je polotekuté, rybí tuk je tekutý. **Máslo** je mléčný tuk, vyrobený ze zakvašené smetany stloukáním jednotlivých kapének tuku do souvislé hmoty.

**2. Ztužování tuků**

Pro lepší manipulaci se některé potravinářské tuky ztužují. Chemicky je to hydrogenace, náhrada dvojnásobné vazby v kyselině olejové vodíkem a tím její přeměna na kyselinu stearovou. Z hlediska zdravé výživy jsou však tuky s nenasycenou kyselinou olejovou potřebné. Proto se doporučuje občas konzumovat i oleje.

**3. Kažení (žluknutí) tuků**

Působením vzdušného kyslíku, světla a tepla se tuky kazí, rozkládají se na aldehydy, ketony a karboxylové kyseliny. Tento proces probíhá i u zmražených potravin, i když pomaleji.

**4. Trávení tuků**

Tuky se v trávicím ústrojí působením trávicích enzymů rozkládají na glycerol a mastné kyseliny. Žluč se přitom uplatní jako detergent. Vzniklé látky jsou vstřebány a organismus si z nich sestaví tuk sobě vlastní (člověk tedy nemá v sobě vepřový tuk, i když jí chleba se sádlem).

**OTÁZKY:**

- (1) Jaké chemické složení mají tuky? Pokus se sestavit strukturální vzorec (hlavní části).
- (2) Jak je to s rozpustností tuků?
- (3) Na čem závisí tuhost nebo tekutost tuků?
- (4) Jak vznikají v živých organismech tuky a jaký mají účel?
- (5) Jak se vyrábějí rostlinné tuky a jaké mají vlastnosti?
- (6) Které tekuté nebo polotekuté živočišné tuky znáš? Který živočišný tuk je velmi tuhý?
- (7) Jaký tuk by se hodil k ochucení salátu a proč?
- (8) Bude tři roky starý kapr z mrazáku k jídlu? Proč?

## IX. Bílkoviny (proteiny)

Bílkoviny jsou přírodní polymery, složené z *aminokyselin*. Aminokyseliny jsou karboxylové kyseliny, které kromě karboxylové skupiny COOH mají ještě aminoskupinu NH<sub>2</sub>. V bílkovině se na sebe váže vždy karboxylová skupina s aminoskupinou, této vazbě se říká *peptidická vazba*. Bílkovina obsahuje několik set až tisíc aminokyselin. Sloučenině z menšího počtu aminokyselin se říká *peptid*.

V živém organismu bílkoviny působí jako enzymy a mají také funkci stavební (svalovina, kůže, šlachy).

Většina bílkovin je rozpustná ve vodě. Teplem, kyselinami či jinými chemickými látkami se bílkoviny nezvratně srážejí.

Podle složitosti lze bílkoviny rozdělit:

### 1. Jednoduché bílkoviny

♦ *bílkoviny svalů* – varem se sráží, pak jsou lépe stravitelné. Tvoří hlavní část bílkovin v lidské výživě.

♦ *bílkoviny mléka*

Většina bílkovin kravského mléka se varem nesráží (proto lze mléko převařit), sráží se však např. přidáním kyseliny nebo vznikem kyseliny v mléce samotným činnostmi bakterií (zkysnutí mléka) – viz kyselina mléčná.

♦ *bílkoviny vaječného bílku*

Rozpustné ve vodě, teplem se sráží a pak jsou stravitelnější.

♦ *protilátky (globuliny)*

Jsou to poměrně velké bílkoviny, které jsou schopny zneškodnit škodliviny (viry, bakterie aj.) proniklé do těla. Protilátky jsou specifické, to znamená, že na každou škodlivinu musí být jiná protilátka.

♦ *enzymy* – viz *samostatná kapitola*

### 2. Složité bílkoviny

Kromě řetězce aminokyselin obsahují ještě jiné atomy (např. atomy kovů) či celé sloučeniny (tuky, sacharidy aj.).

♦ *hemoglobin*

červené krevní barvivo, obsahuje atom Fe; je součástí krvinek a roznáší kyslík a oxid uhličitý po těle

♦ *chlorofyl*

zeleň listová, obsahuje atom Mg; zajišťuje fotosyntézu v rostlinách

♦ *lipoproteiny*

látky obsahující bílkoviny (proteiny) a tuky (lipidy), jsou nezbytnou součástí buněčné blány a jiných membrán v živých organismech

#### OTÁZKY:

- (1) Z jakých součástí jsou sestaveny bílkoviny a jak jsou tyto součásti propojeny?
- (2) Co jsou peptidy a co jsou lipidy?
- (3) Jaká látka tvoří hlavní součást svaloviny?
- (4) Jaké vlastnosti mají bílkoviny?
- (5) Čím se liší bílkoviny mléka od bílkovin vaječného bílku?
- (6) Co jsou protilátky a jakou mají funkci?
- (7) Proč jsou složité bílkoviny složité?
- (8) Jaké nebílkovinné části obsahují chlorofyl a hemoglobin a jakou mají funkci?

## X. Vitamíny

Vitamíny jsou látky různého chemického složení, které již v malých množstvích ovlivňují metabolismus a jsou nezbytné. Působí jako katalyzátory a často spolupracují s enzymy. Živočichové je buď přijímají v rostlinné potravě nebo si je vytvářejí sami. Při nedostatku či přebytku vitamínů dochází k onemocnění – (hypovitaminóza – málo vitamínu; avitaminóza – žádný vitamín; hypervitaminóza – přebytek vitamínu). Pestrá strava, obsahující dostatek zeleniny a ovoce, je hlavním prevencí nedostatku vitamínů.

Vitamíny se rozdělují podle jejich rozpustnosti ve vodě:

## 1. Vitamíny rozpustné ve vodě

### ♦ vitamín C (kyselina askorbová)

Obsažen v zelenině (paprika, křen, červené zelí aj.), ovoci (šípky, černý rybíz, citrusové plody), ale také kysané zelí, brambory, květák. Je nutný pro všechny děje v organismu. Člověk (a morče) si jej neumí vytvořit, musí jej dostat v potravě. Organismus si jej nemůže ukládat do zásoby, proto je nutný stálý přísun. Varem se jeho množství v potravině snižuje, ale i vařené brambory jsou dobrým zdrojem vitamínu C.

Nemoc z nedostatku se nazývá **kurděje**, hlavním příznakem je vypadávání zubů, bolesti v celém těle a snížení odolnosti proti infekcím. Ve středověku jí bývali postihováni námořníci, proto jako prevenci začali jíst kysané zelí. Nyní mohou kurdějemi onemocnět lidé, kteří mají velmi jednotvárnou stravu bez ovoce a zeleniny (osaměle žijící staří lidé, někteří studenti).

### ♦ vitamíny B – komplexu

Skupina několika vitamínů, nachází se v obilovinách, kvasnicích, mléku, vejcích aj. Nedostatek má různé projevy podle druhu chybějícího vitamínu B, často je postižena kůže.

## 2. Vitamíny rozpustné v tucích (DEKA)

Tyto vitamíny je možno při umělém podávání (vitamínové přípravky) předávkovat, což může způsobit onemocnění.

### ♦ vitamín A

Obsažen ve žlutých a červených zeleninách a v ovoci, lidé jej mohou přijímat i ve formě červeného provitamínu karotenu, který je např. v mrkvi (karotka), v paprice. Nejlépe se vstřebává v přítomnosti tuků, proto je dobře podávat např. salát s olejem. Při nedostatku vznikají poruchy zraku a kůže.

### ♦ vitamín D

Je obsažen v živočišných produktech, vzniká též v kůži, ozářené slunečním světlem. Nedostatek se projevuje jako křivice (rachitida), při které se mláďatům křiví končetiny, u dospělých dochází k měknutí a lámavosti kostí.

### ♦ vitamín E

Je obsažen v obilovinách a rostlinných olejích, také v zelenině. Je důležitý pro plodnost.

### ♦ vitamín K

Za normálních okolností je vytvářen bakteriemi v tlustém střevě. Je nezbytný pro srážení krve. Zablokování funkce tohoto vitamínu se využívá v některých jidech proti potkanům – potkan tiše uhynie vnitřním vykrvácením.

### OTÁZKY:

- (1) Jakou roli v organismu hrají vitamíny?
- (2) Kolik kg vitamínů potřebuje na den dospělý muž, který váží 85 kg?
- (3) Proč námořníci ve středověku začali jíst kyselé zelí?
- (4) Co má společného člověk a morče, pokud jde o vitamíny?
- (5) Které vitamíny je možno předávkovat a jak?
- (6) Který vitamín může chybět, když se objeví poruchy zraku a kůže?
- (7) Který vitamín vzniká v kůži, ozářené sluncem?
- (8) Čím je způsobena křivice (rachitida)?
- (9) Který vitamín je důležitý pro plodnost a kde se nachází?
- (10) Který vitamín má souvislost s hubením potkanů? Kde vzniká?

## XI. Enzymy

Enzymy jsou **biokatalyzátory**, bez nichž by žádný živý organismus nemohl fungovat. Chemicky jsou to **bílkoviny**. Enzymy jsou specifické, to znamená, že provádějí jen určitý typ reakce (např. přerušují dlouhý řetězec v určitém místě) nebo zpracovávají jen určitou surovinu (lipáza štěpí jen tuky) – něco jako jednoúčelové nástroje. Sloučenina, která je enzymem zpracovávána, se nazývá **substrát**. Enzymy je možno přirovnat k dělníkům, kteří budují stavební materiál či bourají nepotřebné části.

Enzymů je známo několik tisíc. Jejich názvy obvykle obsahují název substrátu, někdy název prováděného úkonu a pak příponu – **áza** (lipáza štěpí tuky, enzym sacharáza štěpí cukr sacharózu aj.)

Každý enzym potřebuje pro svoji činnost určité prostředí (např. enzymy v žaludku vyžadují kyselé prostředí, enzymy ve střevě prostředí zásadité).

## 1. Trávicí enzymy (rozdělené podle substrátů)

### Bílkoviny:

♦ *pepsin*

je obsažen v žaludeční šťávě, pracuje jen v kyselém prostředí, štěpí bílkoviny na peptidy<sup>8</sup>

♦ *trypsin*

je obsažen ve střevní šťávě, pracuje jen v zásaditém prostředí, štěpí dlouhé peptidy na kratší peptidy

♦ *peptidázy*

ve střevní šťávě, v zásaditém prostředí, štěpí peptidy na aminokyseliny, ty se pak vstřebávají do krve

### Tuky:

♦ *lipáza*

ve střevě v zásaditém prostředí štěpí tuky na glycerol a mastné kyseliny

### Cukry:

♦ *sacharáza*

ve střevě v zásaditém prostředí štěpí sacharózu na glukózu a fruktózu

♦ *maltáza*

ve střevě v zásaditém prostředí štěpí maltózu na 2 glukózy, ty se vstřebají do krve

♦ *laktáza*

ve střevě v zásaditém prostředí štěpí laktózu na monosacharidy; je ve velkém množství u dětí, u starších osob někdy chybí

♦ *amyláza*

ve střevě v zásaditém prostředí štěpí škrob (amylum) na maltózu

### OTÁZKY:

- (1) Proč jsou enzymy tak důležité?
- (2) Jaké je chemické složení enzymů?
- (3) Bude enzym lipáza trávit bílkoviny? Proč?
- (4) Co je to maltóza a co je maltáza?
- (5) Jak se bude jmenovat enzym, který štěpí sacharózu?
- (6) Které enzymy štěpí bílkoviny?
- (7) Proč žaludek nestráví sám sebe?
- (8) Proč některým starším lidem nedělá dobře syrové mléko?



<sup>8</sup> Žaludek je také z bílkovin, proto musí být zevnitř chráněn hustým hlenem, aby jej pepsin nestrávil také. Při poruše vylučování hlenu vznikají žaludeční vředy (zjednodušeně řečeno). Navíc je pepsin vylučován v neaktivní podobě a aktivizuje se až v přítomnosti kyseliny chlorovodíkové, která je také v žaludku.



## E. Dodatky

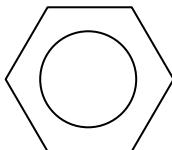
### I. Chemické názvosloví

Chemické látky (sloučeniny) jsou pojmenovány podle určitých pravidel.

- **Oxidy** – nejdříve slovo *oxid* a pak název prvku s příponou podle vaznosti (oxid hlinitý); u vzorce nejprve značku prvku (Al) a pak potřebný počet kyslíků podle vaznosti ( $Al_2O_3$ ).
- **Kyseliny** – nejdříve slovo *kyselina* a pak název prvku s koncovkou podle vaznosti (kyselina sírová); u vzorce nejprve vždy vodík a pak prvek, podle něhož se kyselina jmenuje (S), nakonec někdy kyslík. Odvozování je složité, je lepší se naučit vzorce kyselin zpaměti.
- **Hydroxidy** – nejdříve slovo *hydroxid* a pak název prvku s koncovkou podle vaznosti (hydroxid vápenatý); u vzorce nejprve vždy prvek, podle něhož se kyselina jmenuje (Ca) a pak skupina OH.
- **Soli** – nejdříve slovo odvozené z *kyseliny* (*síran*) a pak slovo odvozené z hydroxidu = kov (vápenatý); u vzorce je to obráceně – nejdříve kov (Ca) a pak zbytek kyseliny ( $SO_4$ )
- **Atypické látky** – mají složité odvozování, je nutno si je pamatovat (peroxid vodíku  $H_2O_2$ ; amoniak  $NH_3$ )

### II. Aromatické uhlovodíky

jsou to cyklické uhlovodíky se zvláštním typem vazby. Základním prvkem je **benzenové jádro**.



V rozích šestiúhelníku jsou uhlíky s potřebným počtem vodíků. Tyto vodíky mohou být nahrazeny jiným prvkem či skupinou. Tím vznikají další aromatické chemické látky. Může se také spojit dvě nebo více benzenových jader.

**Zdrojem** aromatických uhlovodíků je hlavně černé uhlí.

#### **Důležité aromatické uhlovodíky:**

- **benzen** – hořlavá jedovatá bezbarvá kapalina, rozpouští tuky, používá se pro chemickou výrobu.
- **toluen** – k benzenovému jádru je připojen metyl ( $CH_3$ ). Rozpouštědlo, surovina pro výrobu výbušnin (trinitrotoluen, TNT), umělých sladidel.
- **styren** - k benzenovému jádru je připojen etyl ( $CH_3CH_2$ ). Rozpouštědlo, surovina pro výrobu plastů (polystyren)
- **naftalen** – dvě spojená benzenová jádra. bílé krystalky typického zápachu (naftalín), dříve k ochraně oděvů před moly, nyní hlavně surovina pro chemickou výrobu

Halogenované aromatické uhlovodíky (např. brombenzen a jeho deriváty) mají slzotvorný a dráždivý účinek.