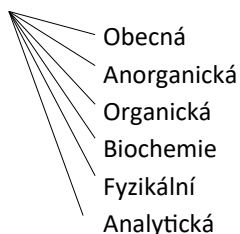


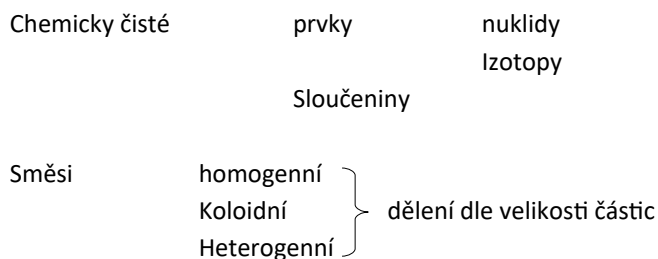
# 1. Základní chemické pojmy

CHEMIE = přírodní věda, která sleduje složení, strukturu látek a jejich přeměny na jiné



**LÁTKA** = hmota, která se skládá z částic a má určité vlastnosti

- jednotkou je atom nebo iont
- složením více atomů vzniká molekula



**Prvek** = chemicky čistá látka, která se skládá z atomů se stejným  $Z$

**Izotop** = atomy stejného prvku lišící se nukleovým číslem

**Nuklid** = množina atomů se stejným  $Z$  i  $A$

Protonové číslo -  $Z$  - udává počet protonů v jádře

Neutronové číslo -  $N$  - udává počet neutronů v jádře

Nukleonové číslo -  $A$  - součet neutronů a protonů v jádře

## SMĚSI

**Suspenze** = pevná látka v kapalině (s v l)

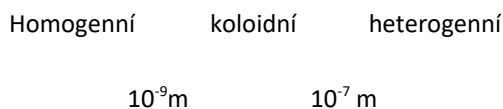
**Emulze** = kapalina v kapalině (l v l)

**Pěna** = plyn v kapalině (g v l)

**Dým** = pevná látka v plynu (s v g)

**Mlha** = kapalina v plynu (l v g)

**Směs** = soustava skládající se z několika chemicky čistých látek (z různých druhů částic)



**Roztok** Nasycený - další množství látky při dané teplotě nebo tlaku se už nerozpouští

Nenasycený - množství látky při dané teplotě nebo tlaku se stále rozpouští

Přesycený - nadbytečné množství se nerozpouští a zůstává na dně

**Rozpustnost** – najdeme v tabulkách – hmotnost látky v gramech, která se rozpustí ve 100g rozpouštědla většinou voda

- najdeme v gramech nebo křivky rozpustnosti (v tabulkách)

**Soustava** = část prostoru, který je objektem našeho vnímání a je oddělen „stěnami“ od okolí

Otevřená - mezi soustavami a okolím je možná výměna částic i energie, záření,...

Uzavřená - vyměňuje se pouze energie

Izolovaná - neprobíhá žádná výměna

- dle počtu fází

Heterogenní (nestejnorodá) - má více fází, vlastnosti se mění skokem

Homogenní (stejnorodá) - jedna fáze, vlastnosti se mění plynule

- dle původu

Přírodní

Umělé

- dle počtu složek

Jednosložkové (prvky)

Vícesložkové (směsi)

## **ODDĚLOVACÍ METODY SSLOŽEK SMĚSÍ:**

filtrace – oddělování suspenzí – dá se i plyná složka, ale dělá se to jiným způsobem

- baňka, nálevka, filtrační papír – leje se to po tyčince, aby se papír neprotrhl

krystalizace – metoda založená na různé rozpustnosti látek

- přečišťování

destilace – oddělování složek na základě různé teploty varu – dostatečně velký rozdíl

sedimentace – usazování

- rozdílná hustota – oddělování většinou pevné a kapaliny nebo i pevné a plynu

sublimace – přeměna pevné na plyn

- přečišťování
- jód, naftalen

chromatografie – dělení složek na základě rozdílné rozpustnosti v různých fázích

- např. filtrační papír se napustí lihem
- rozdílné vlastnosti vzhledem ke dvěma různým fázím

extrakce – oddělování složek na základě rozdílné rozpustnosti v určitém rozpouštědle

- rozpouštědlo se odpařuje

elektroforéza – rozdílná pohyblivost nabitých částic v elektrickém poli

- v biochemii – dělení bílkovin

## Fyzikální vlastnosti

- popisují fyzikální veličiny a děje

## Chemický děj

- dochází ke změně látky
- chemické vlastnosti
- chemické děje nazýváme chemickými reakcemi

## HMOTNOSTI ATOMŮ A MOLEKUL

- skutečné hmotnosti atomů a molekul se pohybují v rozmezí od  $10^{-27}$  do  $10^{-24}$  kg □ jsou velmi malé, zavádí se vztahná jednotka, jejíž pomocí můžeme hmotnosti atomů porovnávat –

### Atomová hmotnostní konstanta (AHK) ... $m_u$

= definována jako jedna dvanáctina hmotnosti jednoho atomu nuklidu uhlíku  $^{12}_6\text{C}$  v klidovém stavu

### Relativní atomová hmotnost ... $A_r$

- = číslo udávající kolikrát je **hmotnost** jednoho atomu daného prvku větší než AHK (jedna dvanáctina hmotnosti atomu uhlíku  $^{12}_6\text{C}$ )
- je definována jako poměr skutečné klidové **hmotnosti atomu** daného prvku  $m(X)$  a AHK  $m_u$
- **bezrozměrný údaj** uvedený pod prvkem v PSP

### Relativní molekulová hmotnost ... $M_r$

- = číslo udávající kolikrát je **hmotnost** jedné molekuly dané látky větší než AHK
- je definována jako poměr skutečné klidové **hmotnosti dané molekuly**  $m(Y)$  a AHK  $m_u$
- **bezrozměrný údaj**
- platí  $M_r = \sum A_r$  ... relativní molekulovou hmotnost molekuly lze získat i součtem relativních atomových hmotností všech atomů tvořících danou molekulu

## LÁTKOVÉ MNOŽSTVÍ ... $n$

- umožňuje porovnávat množství různých látek na základě **počtu jejich** stavebních částic (atomů, iontů, molekul), protože ty spolu v určitém poměru reagují
- základní veličina SI

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$N$  ... celkový počet částic

$N_A$  ... Avogadrova konstanta

- jednotka: **1 mol**
- **1 mol** látky = takové množství látky, které obsahuje právě tolik částic (atomů, molekul, iontů ...), kolik je atomů ve 12g nuklidu uhlíku  $^{12}_6\text{C}$  □ tento počet udává **Avogadrova konstanta** ...  $N_A$

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

- z definice 1 molu vyplývá, že 1 mol je zároveň takové množství částic látky, jehož hmotnost v gramech se číselně rovná relativní atomové/molekulové hmotnosti dané látky
- např. 1 mol vody obsahuje  $6,023 \cdot 10^{23}$  molekul  $H_2O$

## MOLÁRNÍ VELIČINY

- veličiny vztažené na jednotkové látkové množství

### Molární hmotnost ... M (M<sub>m</sub>)

= definována jako podíl hmotnosti dané látky a jejího látkového množství

$$M = \frac{m}{n}$$

- jednotka: **kg.mol<sup>-1</sup>** (g.mol<sup>-1</sup>); převádíme-li z g na kg musíme vynásobit 10<sup>-3</sup>
- vyjadřuje skutečnou hmotnost jednoho molu chemicky stejnorodé látky (získáme hmotnost připadající na 1 mol látky)
- velký význam pro praktické určování látkového množství (n), neboť přímé určování látkového množství (stejně jako přímé určování počtu částic v tělese) není prakticky proveditelné
- jestliže je látka složená z **atomů**, pak se molární hmotnost spočítá jako číselná hodnota relativní atomové hmotnosti v jednotkách g.mol<sup>-1</sup>
- jestliže je látka složená z **molekul**, pak se molární hmotnost spočítá jako číselná hodnota relativní molekulové hmotnosti v jednotkách g.mol<sup>-1</sup>

$$M = A_r \cdot g.mol^{-1}$$

### Molární objem ... V<sub>m</sub>

= definován jako podíl objemu soustavy dané látky a jejího látkového množství

$$V_m = \frac{V}{n}$$

- jednotka: **dm<sup>3</sup>.mol<sup>-1</sup>** = 10<sup>-3</sup>.m<sup>3</sup>.mol<sup>-1</sup> = 10<sup>6</sup>.cm<sup>3</sup>.mol<sup>-1</sup>
- vyjadřuje skutečný objem jednoho molu chemicky stejnorodé látky (získáme objem připadající na 1 mol látky)
- závisí na teplotě a tlaku
- experimentálně zjištěn V<sub>m</sub> **ideálního plynu** za standardních podmínek

$$V_{m,IP} = 22,4 \text{ dm}^3.mol^{-1}$$



## 2. STAVBA ATOMU A RADIOAKTIVITA

**Atom** = nejmenší částice látky, dále chemicky nedělitelná

- jádro + obal
- navenek nemají žádný náboj

### Atomové teorie:

DÉMOKRITOS & LEUKIPPOS (řečtí filosofové; 5. stol. př.n.l.)

- názor, že hmota se skládá z nedělitelných částíček – **atomů**

Historie poznávání atomu - modely atomů

Joseph John THOMSON **1. MODEL ATOMU = Pudinkový**

- atom je složený z kladně nabitě hmoty (puding) a v ní jsou rozmístěné záporně nabitě elektrony (jako rozinky v pudinku)

Ernest RUTHERFORD **2. MODEL ATOMU = Planetární**

- objevitel jádra atomu a protonů; atom rozdělil na velmi malé jádro ( $10^{-14}$  m) s prakticky veškerou hmotností atomu (99,9 %) a podstatně větší elektronový obal ( $10^{-10}$  m) se zanedbatelnou hmotností
- kolem kladně nabitého jádra obíhají záporně nabitě elektrony, a to po kružnicích

Niels BOHR **3. MODEL ATOMU = Kvantově mechanický**

- elektrony obíhají kolem jádra po předem určených stacionárních (stabilních) drahách (kružnice s daným poloměrem); elektrony v těchto drahách mají konstantní energii a nevyzařují elektromagnetické vlnění.
- pokud se chce elektron dostat do dráhy energeticky vyšší, musí mu být dodána energie v podobě energetického kvanta (dávky); pokud se vrací z dráhy energeticky vyšší na nižší, musí tuto energii vyzářit - zavedeno kvantování

Erwin SCHRÖDINGER **4. MODEL ATOMU = Vlnově mechanický**

- experimentálně potvrzena hypotéza, že elektron má dualistický charakter - chová se jako částice a současně jako vlnění
- Schrödingerův model atomu je model matematický - popisuje ho Schrödingerova rovnice, jejímž výpočtem lze určit tvary orbitalů

**Stavba jádra** - neutrony + protony → jejich hmotnost je přibližně stejná

- převážná hmotnost atomu je soustředěna v jádře
- velká hustota

**Obal** - tvořen z elektronů

- jeho stavba udává chemické vlastnosti

**Elektron** = záporný elementární náboj ( $-1,602 \cdot 10^{-19}$  C)

- jeho hmotnost je menší než u protonů a neutronů
- k popisu této částice nestačí klasická fyzika
- má dualistický charakter → částečně se chová jako částice a částečně jako vlnění
- neustále kmitá
- určíme pouze prostor, kde je největší pravděpodobnost výskytu - orbital

**Proton** = kladný elementární náboj ( $+ 1,602 \cdot 10^{-19}$  C)

**Prvek** = chemicky čistá látka, která se skládá z atomů se stejným Z

**Izotop** = atomy stejného prvku lišící se nukleovým číslem (počtem neutronů)

- mají stejné chemické vlastnosti, ale rozdílné fyzikální
- prvky v přírodě → směs několika izotopů, z nichž jeden má převahu

**Nuklid** = množina atomu se stejným Z i A

Protonové číslo - **Z** - udává počet protonů v jádře




Neutronové číslo - **N** - udává počet neutronů v jádře

Nukleonové číslo - **A** - součet neutronů a protonů v jádře

Orbital = část prostoru v okolí jádra, kde se elektron vyskytuje s 90% pravděpodobností

**K popisu orbitalů slouží kvantová čísla**

- **n** - nabývá hodnot  $1 \dots \infty$  (pro známé prvky je to 1-7)
  - hlavní kvantové číslo
  - charakterizuje energii v orbitalu
  - čím větší n, tím větší energie
  - souvisí s velikostí i tvarem orbitalu
  - udává elektronovou vrstvu, k níž orbital patří = vzdálenost od jádra
- **l** - nabývá hodnot  $0 \dots n-1$ 
  - vedlejší kvantové číslo
  - značí se písmeny : s, p, d, f
  - určuje tvar orbitalu a společně s hlavním kvantovým číslem určuje energii elektronu

Hlavní kvantové číslo	Vedlejší kvantové číslo	Označení vedlejšího kvantového čísla	Magnetické kvantové číslo	tvar
n = 1	l = 0	s	m = 0	
n = 2	l = 0; 1	p	m = -1; 0; 1	
n = 3	l = 0; 1; 2	d	m = -2; -1; 0; 1; 2	
n = 4	l = 0; 1; 2; 3	f	m = -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3	Složitě

- **m** - nabývá hodnot  $-l \dots 0 \dots +l$ 
  - magnetické kvantové číslo
  - udává orientaci orbitalu v prostoru
  - určuje počet orbitalů daného typu

s orbital

p orbital

d orbital

f orbital

- **s** - nabývá hodnot  $\pm \frac{1}{2}$ 
  - spinové magnetické číslo
  - v každém orbitalu mohou být nanejvýš dva elektrony a každý s opačným spinem → vnitřní rotace elektronu → kolem své osy
  - popisuje vnitřní moment hybnosti

- elektrony se stejným n tvoří jednu elektronovou slupku (vrstvu).....K,L,M,N,O,P,Q
- elektron se stejným n i l tvoří tzv. podslupku (= jsou na stejné energetické hladině → elektrony mají stejnou energii)
- stav atomu s nejnižší energií nazýváme „základní stav“
  - pokud mu dodáme energii, můžeme ho převést do vzbuzeného (excitovaného) stavu
  - přejde o vrstvu výš
- excitace = přechod elektronu do vyšší energetické hladiny
  - elektronový pár se rozštěpí na dva

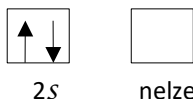
**Elektronová konfigurace** = obsazování elektronových orbitalů

- o pravidla: a) Výstavbový princip

- orbitaly s nižší energií se obsazují dříve než orbitaly s vyšší
- platí pravidlo n+l

- b) Pauliho princip vylučnosti

- v atomu nemůžou existovat dva elektrony, které by měly všechna čtyři kvantová čísla stejná



- c) Hundovo pravidlo

- degenerované orbitaly (orbitaly se stejnou energií) se obsazují nejprve po jednom a pak teprve tvoří páry

**Ionizace** = proces, kterým vznikají kationty

- dodáním energie odtrháváme elektrony → vzniká kationt
- ionizační energie = I
  - energie nutná k odtržení elektronu od atomu
- elektronová afinita = A
  - energie uvolněná při vzniku aniontů
- atomová elektronegativita
  - schopnost atomů přitahovat vazebné elektrony

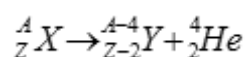
## Radioaktivita

= schopnost jádra atomu přeměnit se samovolně na jiné (rozpadnout se) a při tom vydávat neviditelné záření

- Henry Becquerel, Pierre Currie, Marie Currie-Sklodowska
- radioaktivita prvku závisí na poměru počtu neutronů a protonů → řeka stability
- využití: radonové lázně, stavebnictví a strojírenství → zjišťování prasklin a vzduchových bublin
  - lékařství, zemědělství, radiouhlíková metoda ( $^{14}\text{C}$ )
- způsobuje poměr neutronů a protonů, když je větší nebo menší (1,5), je radioaktivní
- umělá radioaktivita může být vyvolána mikročásticemi nebo ozářením

**$\alpha$**  - proud rychle létajících jader  $^4_2\text{He}$

- průnik tenkými kovovými listy
- několik cm vzduchu
- 10 % rychlosti světla
- ionizační účinky





$\beta^-$  - dva druhy

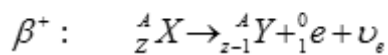
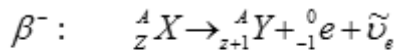
$\beta^-$  - proud elektronů

- menší ionizační účinky

- 100x pronikavější než  $\alpha$

- v jádře se uvolňují elektrony  $\rightarrow$  vznikají protony

$\beta^+$  - proud pozitronů (=kladně nabité elektrony)



$\gamma$  - doplňuje  $\alpha$  i  $\beta$

- nejpronikavější

- největší energie

- elektromagnetické vlnění  $\rightarrow$  podobá se světlu (ale má menší vlnovou délku)

### Radioaktivní rozpad řady

- jsou 4  $\rightarrow$  3 přírodní a 1 umělá

- řada nestabilních prvků, kde prvek následující vzniká z předcházejícího  $\rightarrow$  až dokud není prvek stabilní

a) Uranová



b) Aktino-uranová



c) Thoriová



d) Neptuniová



- všechny druhy přeměn se řídí časovým zákonem  $\rightarrow N = N_0 \lambda$

$\lambda$  = přeměnová konstanta

$N$  = kolik zůstane radioaktivních atomů

- poločas rozpadu - dob, za kterou se přemění polovina přítomných jader

- není ovlivněn ani počtem, ani podmínkami

### Jaderná reakce

= interakce jádra s jiným jádrem nebo částicí

- vzniká jedno nebo více nových jader/částic

- štěpné jaderné reakce

neřízená - zbraně

řízená - v elektrárnách  $\rightarrow$  moderátor - usměrňuje rychlost neutronů

- regulační tyče

- termojaderná - na hvězdách a slunci

- ze dvou lehkých jader vznikne jedno těžší

- zneužito ve vodíkové bombě

### 3. CHEMICKÁ VAZBA

= soudržná síla, která udržuje atomy pohromadě a spojuje je do molekul

- vzniká spojením valenčních elektronů = překryvem orbitalů

- určuje se její délka = vzdálenost atomových jader

-**podmínky**: musí být v dostatečné blízkosti

musí být vhodně prostorově orientované

musí mít dostatečnou energii

- uvolňuje se energie → vazebná energie nebo energie chemické vazby

→ podle hodnot posuzujeme stálost a pevnost

Podle násobnosti

- Jednoduché  $\sigma$
- Dvojně  $\sigma + \pi$
- Trojně  $\sigma + 2\pi$

$\sigma$  = největší hustota elektronů je na spojnici jader → vzniká překryvem  $s+s$ ;  $s+p$ ;  $p+d$

$\pi$  = největší hustota elektronů je mimo spojnici jader → vzniká překryvem  $p+p$ ;  $s+p$ ;  $p+d$

**Vaznost** - počet kovalentních vazeb, které vycházejí z atomu ve sloučenině

- souvisí s elektronovou konfigurací valenční vrstvy

**Elektronegativita** = schopnost atomu přitahovat elektrony

**Polarita** - jsou vázány dva nesejné prvky, jejichž rozdíl elektronegativit je větší než 0,4

**Polarita molekul** - molekula je navenek polární, jestliže není složitá

**Oktetové pravidlo** - atomy vytvářejí tolik vazeb, aby dosáhly stabilní konfigurace nejbližšího vzácného plynu, např. kyslík má 6 valenčních elektronů a do stabilní konfigurace neonu mu chybí 2 elektrony, je tedy dvojnásobný

**Disociační energie** = energie potřebná k rozštěpení chemické vazby

- opačné znaménko ku vazebné

1) **kovalentní vazba** - založena na společném sdílení dvojic elektronů oběma atomy

- **polární** – vzniká mezi dvěma různými atomy, rozdíl jejich elektronegativit je větší než 0,4 ale menší než 1,7, v okolí atomu s vyšší elektronegativitou je vyšší elektronová hustota a převládá zde záporný náboj, na druhém atomu převládá kladný náboj a vzniká tzv. **dipól**

- **nepolární** – vzniká mezi dvěma stejnými atomy nebo atomy s rozdílem elektronegativit menším než 0,4, rozdělení elektronů mezi atomy je rovnoměrné, přitahují se stejnou silou

2) **iontová vazba** - extrémní případ polární kovalentní vazby, rozdíl elektronegativit atomů je větší než 1,7, silné elektrony patří téměř úplně do elektronového obalu elektro pozitivnějšího prvku, vznikají kladná a záporný ion – **kation** a **anion**, které jsou vzájemně přitahovány elektrostatickými silami

3) **kovová vazba** - speciální druh vazby, pomocí které určujeme fyzikální a chemické vlastnosti kovů

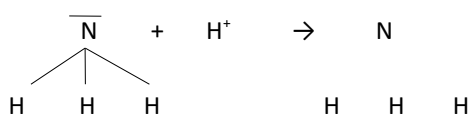
- kationty kovů jsou pevně umístěny do uzlových bodů mřížky a valenční elektrony se mezi nimi volně pohybují → vytváří elektronový mrak

4) **koordinačně-kovalentní vazba** = donor akceptorová

- v komplexních sloučeninách

- jeden z prvků dává celý volný elektronový pár a druhý ho přijímá

- v okamžiku vzniku nevíme, kdo byl donor a kdo akceptor



- 5) Slabé vazebné interakce - síly, které působí mezi molekulami
- způsobují některé fyzikální vlastnosti a zvláštnosti
  - menší energie, ale ovlivňuje důležité vlastnosti (teplota, rozpustnost,...)

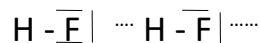
Van der Waalovy síly - působí mezi libovolnými molekulami v závislosti na jejich vzájemném přiblížení

- Kulombické
- Indukční
- Disperzní

- dipólový moment - záleží na něm polarita molekul
- vyjadřuje velikost polarity molekul
- vektorová veličina orientovaná od+ do-
- pokud je součet různý od 0 → látka je polární

Vodíkové můstky - můžou se vytvořit pokud:

- existují volné elektronové páry, které jsou vázány na molekule
- přítomnost H vázaného na atomu s vysokou elektronegativitou
- vytváří až prostorové sítě



**Teorie hybridizace** - používá se k vysvětlování typu vazeb a sloučenin

- energetické zrovnoprávnění orbitalů a projevuje se prostorovým uspořádáním
- ↳ Určuje tvar molekul

**Teorie molekulových orbitalů** - lineární kombinace atomových orbitalů různých atomů

- vznik molekulových orbitalů → jeden vazebný + jeden nevazebný

$$\sigma_s < \sigma_s^* < \pi_y = \pi_z < \sigma_x < \pi_y^* = \pi_z^* < \sigma_x^*$$

- proč některé látky jsou paramagnetické a některé diamagnetické

↳ zesilují magnetické pole    ↳ zeslabují magnetické pole

**řád vazby** - používá se k určování struktury molekul

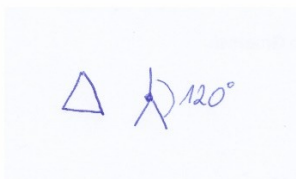
- ř. v. = ½ (počet elektronů vazebných/počet elektronů nevazebných)

**Druhy hybridizace**

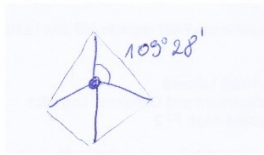
- a) SP - tvar je lineární



- b) SP<sup>2</sup> - atomy jsou v rovině a vytváří rovnostranný trojúhelník



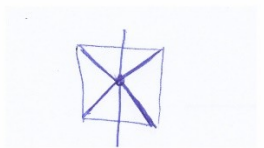
b)  $SP^3$  - prostorový čtyřstěn



c)  $SP^3D$  - trigonální pyramida = 2 čtyřstěny dohromady



d)  $SP^3D^2$  - tetragonální osmistěn



### Vliv chemické vazby na vlastnosti látek

- kovalentní - nerozpustné v  $H_2O$ , rozpustná v nepolárních rozpouštědlech, nevedou el. proud
- nepolární - nerozpustné v  $H_2O$ , rozpustná v nepolárních rozpouštědlech, nevedou el. proud
  - nízké teploty tání a varu, ale jsou výjimky (např. diamant), záleží na struktuře a uspořádání
  - pevné látky s pravidelným uspořádáním částic mohou tvořit souměrná tělesa neboli krystaly
- polární - rozpustné v  $H_2O$ , nerozpustné v nepolárních rozpouštědlech
  - v tavenině nebo v roztoku vedou el. proud
- iontová - rozpustné v  $H_2O$ , nerozpustné v nepolárních rozpouštědlech
  - v tavenině nebo v roztoku vedou el. proud
  - pevné krystalické látky, vysoké teploty tání a varu (až do  $200^\circ C$ )
- kovová – vede el. proud i teplo, kujné tažné

Krystal - geometrické těleso omezené krystalovými plochami, které se stýkají v hranách, a ty se sbíhají do vrcholů

- má základní stavební jednotku (= nejmenší seskupení částic), a ta se mnohonásobně opakuje

- podle toho z jakých je kryst. částic

- ▶ iontové - křehké, vysoké teploty tání a varu, halogenidy
- ▶ molekulové - spojeny Van der Vals silami nebo vodík. Můstky
- ▶ atomové (kovalentní) - nízké teploty tání a varu, nevedou el. proud
  - z atomů, tvrdé, diamant, nerozpustné
- ▶ kovové

Beztvaré = amorfní

- nejsou uspořádány do krystalů, nejsou pravidelné
- sklo, saze

## 4. CHEMICKÝ DĚJ, ZÁKLADNÍ TYPY REAKCÍ ANORGANICKÝCH A ORGANICKÝCH SLOUČENIN

**Chemická reakce** = děj, při kterém se za vhodných podmínek z reaktantů stávají produkty  
- zanikají původní vazby, ale žádné atomy se neztrácí

**Reaktanty** = látky, které do reakce vstupují

**Produkty** = látky, které z reakce vystupují

**Zvratné reakce** = reakce, při které současně s přímou reakcí probíhá reakce zpětná

**Zápisem chemické reakce** je chemická rovnice, která vyjadřuje počáteční a konečný stav soustavy, ale ne její průběh

**Stechiometrické koeficienty** udávají poměr látkových množství, ale i počty molekul

**Termochemické reakce** - uvádíme teplo, které se při reakcích uvolní  
- musíme uvádět skupenství a hodnotu reakčního tepla

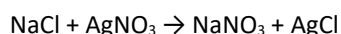
**Zákon zachování hmotnosti** - hmotnost reaktantů vstupujících do reakce je rovna celk. hmotnosti produktů

**Zákon zachování energie** - celková energie soustavy je v průběhu reakce konstantní)

**Zákon stálých poměrů slučovacíh** – poměr prvků nebo součástí sloučeniny je vždy stejný, nezávisí na způsobu přípravy sloučeniny

### Dělení chemických reakcí

- a) podle vnějších změn
- syntéza (reakce skladné)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{HCl}$
  - analýza (reakce rozkladné)  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2$
  - vytěsňování (substituce)  $2 \text{KCl} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{I}_2$
  - podvojná záměna (konverze)



- b) podle energetických změn
- endotermické - teplo spotřebovává
  - exotermické - teplo uvolňují

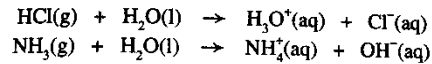
- c) podle počtu fází v reakční soustavě
- homogenní - reaguje všechno v jedné fázi  
- nejčastěji plynné nebo kapalné  
$$\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3 (\text{g})$$
  - heterogenní - reaguje ve více fázích  
$$2 \text{HCl} (\text{aq}) + \text{Zn} (\text{s}) \rightarrow \text{ZnCl}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$$

d) podle druhu přenášených částic

oxidačně redukční (redoxní) - přenos elektronů, probíhá jako oxidace (odevzdání elektronu) a redukce (přijetí elektronu)

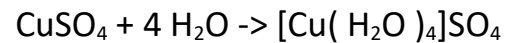


acidobazické (protolytické) - mezi kyselinou a zásadou, přenáší se proton  $\text{H}^+$ , látky, které ho odštěpují jsou kyseliny, látky, které ho přijímají jsou zásady



Koordinace (komplexotvorné) - přenos celých molekul

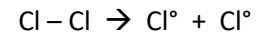
- při tvorbě komplexních sloučenin



e) podle způsobu štěpení vazeb

homolytické (homolýza)

- rozštěpí se symetricky, vznikají radikály



heterolytické (heterolýza)

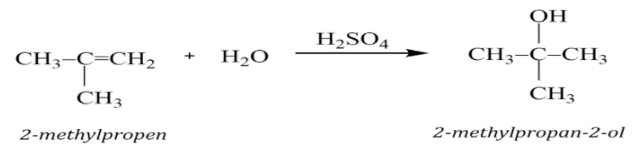
- nesymetrické štěpení vazby, vznikají ionty



f) podle reakčního mechanismu

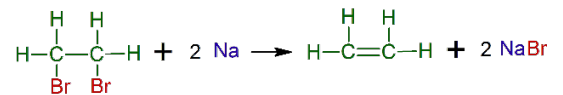
adice = reakce, kde dochází k zániku násobných vazeb

- nukleofilní, elektrofilní, minimum radikálových



eliminace = opak adice, vznik násobných vazeb

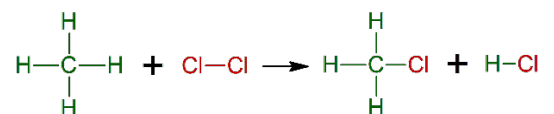
- dehydrogenace, dehydratace, dehydrogenace



substituce - atom nebo skupina atomů se vymění za jiný atom nebo

skupinu atomů a nemění se násobnost vazeb

- radikálové, nukleofilní, elektrofilní



- g) podle reagujících částic
- molekulové - málo časté
    - v průběhu reakce jsou složky stále stejnými molekulami
  - radikálové - v organické chemii
    - složité, řetězové, mají 3 části
  - iontové - ve vodném prostředí nebo v jiných polárních rozpouštědlech
    - anorganické sloučeniny

## Činidla

- nukleofilní = částice, která má nadbytek elektronů
  - molekula s volnými elektronovými páry, a nebo anionty
  - funguje jako dárce elektronů
- elektrofilní - má nedostatek elektronů
  - akceptor elektronů, kationty
- radikálová - částice s nepárovým elektronem (radikálem)
- redukční - způsobuje redukci a samo se při tom oxiduje
- oxidační - způsobuje oxidaci a samo se při tom redukuje

# 5. PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ, ČESKÁ CHEMICKÁ NOMENKLATURA

## Periodická soustava prvků (PSP)

**Periodický zákon** - fyzikální a chemické vlastnosti prvků a jejich sloučenin se periodicky mění v závislosti na vzrůstajícím protonovém č. → grafickým vyjádřením je PSP

**Prvek** = částice se stejným protonovým číslem → závisí na uspořádání elektronů v obalu

**PSP** = uspořádání všech chemických prvků v podobě tabulky podle vlastností rostoucího protonového čísla a seskupené podle jejich cyklicky se opakujících podobností

- **historie:** Dimitrij Ivanovič Mendělejev - 1869 - periodický zákon

↳ Seřazení tabulky podle atomové hmotnosti (M) → mendělejeva tabulka prvků

Henry Mosely - 1919 - seřazení podle rostoucího protonového čísla

↳ Skupiny – 18 svislých sloupců

↳ Periody – 7 vodorovných řad

### 1) skupiny = sloupce

- značíme římskou číslicí a písmenem
- podobné chemické a fyzikální vlastnosti
- stejný počet valenčních elektronů

- I. A: alkalické kovy
- II. A: kovy alkalických zemin
- III. A: triely
- IV. A: tetrelly
- V. A: pentely
- VI. A: chalkogeny
- VII. A: halogeny
- VIII. A: vzácné plyny
- VIII. B: triáda železa (Fe, Co, Ni)
  - lehké platinové kovy (Ru, Rh, Pd)
  - těžké platinové kovy (Os, Ir, Pt)

### 2) periody = řady

- arabské číslice
- uspořádání dle rostoucího protonového čísla
- počet elektronových vrstev, poslední je valenční vrstva

Značky odvozeny od latinských názvů

### Rozdělení prvků

- A) podle kovovosti
  - kovy - menší počet elektronů ve valenční vrstvě
    - nižší hodnota ionizační energie
    - kujné, tažné, energetická a tepelná vodivost, kovový lesk
  - Polokovy - B, Te, Si
    - polovodiče, vlastnosti kovů i nekovů



Nekovy - větší počet elektronů ve valenční vrstvě

- vyšší hodnota ionizační energie
- velká elektronová afinita
- struktura valenčních orbitalů podobná nejbližšímu vzácnému plynu

B) podle přechodnosti

- Nepřechodné prvky
- Přechodné prvky
- Vnitřně přechodné prvky

**Skupenství**

- plynné - vzácné plyny + pravá horní část tabulky
- Kapalné - v přírodě pouze Br a Hg
- Pevné - většina prvků

### Oxidační čísla

- ox. č. roste zleva doprava
- max. - stejně jako číslo skupiny
- min. - -IV, -III, -II, -I
- prvky vlevo mají tendence vyskytovat se spíše v kladných ox. č.
- prvky vpravo tvoří mnoho sloučenin se záporným ox. č., ale i s velkými kladnými ox. č.

### Poloměry atomů

- zleva doprava klesají → velké vnitřní síly drží atomy více pohromadě
- ve skupině ze shora dolů narůstají → postupně přibývají elektronové obaly

### Elektronegativita

- = schopnost atomu přitahovat si elektrony jiného atomu
- v periodách roste zleva doprava
- ve skupinách roste ze zdola nahoru

### Ionizační energie

- = energie, kterou musíme dodat, aby vznikl kationt (odštěpil se elektron)
- roste zleva doprava
- roste ze zdola nahoru

### Redoxní vlastnosti

- prvky nalevo mají tendence být redukčními činidly, prvky napravo oxidačními
- I. A a II. A - silná redukční činidla (nízká elektronegativita)
- d prvky - slabá redukční činidla
- III. A - VIII. A - oxidační účinky rostou zleva doprava, ze spodu nahoru
- čím výš a víc vpravo, tím silnější ox. činidlo

### Acidobazické vlastnosti

- kyselý charakter roste v periodě zleva doprava, ze spodu nahoru
- I. A a II. A - hydridy a oxidy jsou zásadité, chloridy neutrální
- d prvky - oxidy a hydridy jsou zásadité, některé amfoterní, chloridy kyselé
- III. A - VIII. A - oxidy, chloridy a většina hydridů mají kyselý charakter (kromě NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O)

## Chemické složení živých soustav

- Biogenní prvky (= prvky, ze kterých se skládají živé organismy - C, H, O, N, S, P)
- Biogenní látky = anorganické látky, ze kterých se skládají látky organické
  - jsou dále zpracovány v potravním řetězci (př. Metabolismus)
  - $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$

## Složení živých systémů

- 1) anorganické látky
  - $\text{H}_2\text{O}$ , ionty ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), stopové prvky iontů těžkých kovů
- 2) organické látky malé a střední velikosti
  - aminokyseliny, nukleoidy, mono a oligo sacharidy, karboxylové kys., aminy, močovina, lipidy
- 3) větší organické látky
  - bílkoviny, nukleové kyseliny, polysacharidy (škrob, glykogen)

## Úprava rovnic a ox. čísla

- ox. č. určujeme podle sloučeniny a typických prvků
- úprava rovnice probíhá podle ZZ hmotnosti
  - a) na obou stranách rovnice musí být stejné atomy
  - b) na obou stranách rovnice musí být těchto atomů stejný počet

## Chemická nomenklatura

### 1) Vývoj chemické symboliky

- 18. Stol. - staré alchymistické symboly
  - několik tisíc (i pro sloučeniny), různé podle autora
- 19. Stol. Francie - Hassenfratz a Auguste - pokus o vytvoření jednoduššího systému symbolů
  - kombinace symbolů, písmen, čárky, obloučky,...
- 1811 - Berzelius - začáteční písmena latinských názvů (dodnes)
- 1826 - Dumas - zápis chemických dějů pomocí chemických rovnic

### 2) vývoj chemického názvosloví

- a) anorganické sloučeniny
  - Francie - podvojný názvosloví chem. Sloučenin z fr. názvů prvků
  - Berzelius - latinské názvy, přípony a předpony
  - na rozdíl od českého názvosloví mezinárodní názvosloví nepoužívá charakteristický název pro jednotlivá ox. č., rozlišuje pouze nižší a vyšší hodnotu
  - v čechách : E. Votoček a A. S. Batěk → nejdokonalejší názvosloví vůbec
- b) organické sloučeniny
  - první názvy org. slouč. byly dříve, než se začala rozvíjet známost struktury I. → triviální názvy
  - 19. Stol. Radikálová teorie → zavedení radikálových názvů
  - 1892 - mezinárodní kongres pro reformu chemické nomenklatury → systematické názvosloví


## Emil Votoček (1872 - 1950)

- jeden z nejvýznamnějších českých chemiků
- studoval barvířskou školu ve Francii
- 1905 docentem
- profesor experimentální chemie
- vytvořil chemický slovník

## 6. Reakční kinetika a základy termochemie

### Reakční kinetika

- Chemické reakce probíhají různou rychlostí, rychlost závisí na podmínkách, za kterých reakce probíhají.
- Reakční kinetika studuje rychlost chemických reakcí, její závislost na reakčních podmínkách a vysvětluje reakční mechanismus

**Dělení**  Izolované - v soustavě probíhají samy a žádné reakce, které probíhají na ně nejsou nijak vázány.  
Simultánní - v soustavě probíhají společně.

- Zvratné – z reaktantů vznikají produkty a zároveň naopak
- Paralelní - společné reaktanty (nebo z části společné) reagují za vzniku různých produktů  
- častěji v organické chemii
- Následné - produkt se stává reaktantem další reakce

### Srážková teorie

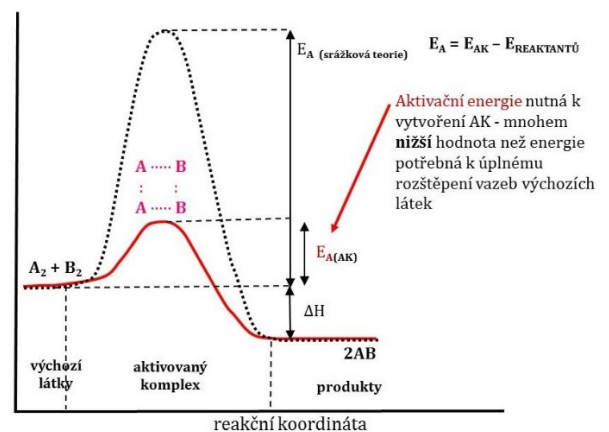
- vazby v reaktantech nejprve zaniknou a poté vzniknou v produktech nové
- aby reakce proběhla, musí se reaktanty srazit
- ne každá srážka musí vést ke vzniku produktu
- účinná je tehdy, pokud mají látky určitou energii –  $E_a$  – aktivační energie
- každá srážka musí mít vhodnou prostorovou orientaci

$E_a$  = součet všech  $E$  zanikajících vazeb

$H = E_a(\text{zpětná}) - E_a(\text{přímá})$

### Teorie aktivovaného komplexu

- vylepšená předchozí teorie
- $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$
- původní vazby se oslabí a nové se naznačí  $\rightarrow$  \* aktivovaný komplex
- $E_{ak}$  – je menší než původní  $E_a$
- aktivovaný komplex je nestálý a rychle se rozpadá na původní částice nebo na produkty



## Rychlost chemické reakce

- úbytek látkového množství výchozí látky nebo přírůstek látkového množství kteréhokoliv produktu za jednotkami času dělený stechiometrickým koeficientem

## Faktory ovlivňující rychlost:

- Koncentrace - závislost rychlosti na koncentraci vyjadřuje kinetická rovnice  $v = k \cdot [A]^L [B]^B$ 
  - Guldberg Waagův zákon I. - rychlost reakce je přímo úměrná součtu rychlostní konstanty k a okamžitých koncentrací reaktantů umocněných příslušnými koeficienty
- Teplota - matematickou závislost rychlosti na teplotě vyjadřuje Arrheinova rovnice  $k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$ 
  - Vant Hoffovo pravidlo - pokud se zvýší teplota produktů o 10° C, rychlost reakce se 2x až 4x zvýší
- Katalyzátor - látka ovlivňující rychlost chemické reakce, účastní se jí, ale vychází chemicky nezměněna
  - reakce s katalyzátorem se nazývá katalyzovaná reakce.
  - katalýza = ovlivňování rychlosti chemické reakce katalyzátorem.
    - homogenní - reaktanty a katalyzátory v jedné fázi
      - přidání kyseliny do kapalné reakční směsi
    - heterogenní - katalyzátor vytváří zvláštní fázi
      - vznik amoniaku syntézou dusíku a vodíku za použití železa jako katalyzátoru
  - reakce probíhá jiným mechanismem
  - aktivační energie je menší
  - katalyzátor vytvoří s jedním reaktantem mezi produkt, ten reaguje s druhým reaktantem, vznikne produkt, katalyzátor se uvolní
    - 1)  $A+K \rightarrow AK$
    - 2)  $AK+ B \rightarrow C+K$
  - inhibitor = látka snižující rychlost reakce
  - autokatalýza - katalyzátorem je jeden z produktů
  - katolické jedy = látky zabraňující působení katalyzátorů
  - stabilizátory = látky reagující s meziprodukty řetězových reakcí a tím je zastaví
  - enzym - bílkovina s katalytickou aktivitou, v biochemii, probíhá za nižších teplot

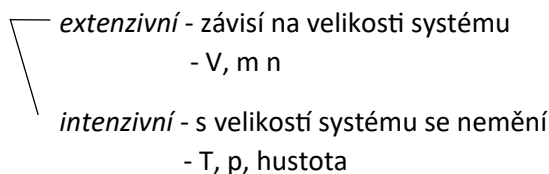
## Termodynamika

- zabývá se fyzikálními a chemickými ději spojenými s energetickými změnami

soustava - část prostoru našeho vnímání, který je od okolí oddělen stěnami - skutečnými nebo myšlenými

stavové veličiny - popisují aktuální stav soustavy

- závisí pouze na počátečním a koncovém stavu soustavy, nikoli na průběhu



- izobarický děj - konstantní tlak
- izotermický děj - konstantní teplota
- izochorický děj - konstantní objem
- adiabatický děj - nic není konstantní, u tepelně izolované soustavy

## Termochemie

- část termodynamiky, která se zabývá tepelnými jevy při chemických reakcích

- reakce mohou být:
- exotermní* - teplo se uvolňuje
    - prudký průběh, světelné efekty (hoření)
    - H-
  - endotermní* - teplo se spotřebovává
    - H+

- reakce v jednotkovém rozsahu - reaguje takové množství reaktantů, které odpovídá stechiometrickým koeficientům
- teplo reakce = molární teplo  $Q_m$

**reakční teplo** - množství tepla, které soustava během reakce vymění s okolím, v rozsahu 1 molu základních přeměn

- závisí na
- množství reagujících látek*
  - skupenství*
  - způsob průběhu*

**termochemická rovnice** - uvedena skupenství + množství tepla (reakční teplo)

- $H_{298}$  - standardní teplo – látky jsou ve standardním stavu

$$p = 101,3 \text{ KPa}$$

$$t = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

**Laplace - Lavoisierův zákon** – reakční teplo přímé a zpětné reakce je stejné až na znaménko

**Hessův zákon** – výsledné reakční teplo nezáleží na průběhu reakce, pouze na počátečním a koncovém stavu

**slučovací teplo** - reakční teplo reakce, při které vznikne 1 mol sloučeniny přímo z prvků

- reaktanty a produkty ve standardním stavu
- standardní slučovací tepla prvků = 0
- anorganická chemie

**spalné teplo** - reakční teplo reakce, při které je 1 mol látky spálen v nadbytku kyslíku

- organická chemie
- KJ/mol
- vše ve standardním stavu
- spalné teplo vody je 0

**výpočet reakčního tepla** 1) reakční teplo = rozdíl součtu slučovacích tepel produktů a slučovacích tepel reaktantů

$$\Delta H = \sum(\Delta H_{298}^0)_{\text{sluč}} \text{ produktů} - \sum(\Delta H_{298}^0)_{\text{sluč}} \text{ reaktantů}$$

2) reakční teplo = rozdíl součtu spalných tepel reaktantů a produktů

$$\Delta H = \sum(\Delta H_{298}^0)_{\text{spal}} \text{ reaktantů} - \sum(\Delta H_{298}^0)_{\text{spal}} \text{ produktů}$$

## 7) Chemická rovnováha

= stav, ve kterém soustava nemění dále své složení, pokud se nemění vnější podmínky.

- ustavuje se v soustavách, kde probíhají zvrtné reakce
- reakce probíhá za stejné rychlosti a koncentrace se nemění
- chemické děje probíhají, ale navzájem se ruší → jde o dynamickou rovnováhu

### dynamická rovnováha

- Probíhá přímá i zpětná reakce a jejich rychlost se vyrovná
- rychlost přímé reakce je největší - zvyšuje se koncentrace – určité množství se začne přeměňovat zpět – chemická rovnováha nastane, když se rychlost přímé reakce rovná rychlosti zpětné

### rovnovážná konstanta

- podle **Guldberg-Waagova zákona chemické rovnováhy** je vyjádřena jako součin rovnovážných koncentrací produktů umocněných

příslušnými stechiometrickými koeficienty, dělený součinem rovnovážných koncentrací výchozích látek umocněných příslušnými koeficienty.

Kc je větší než  $10^4$  - reakce proběhla jednosměrně, v soustavě téměř žádné výchozí látky neprobíhají

je menší než  $10^{-4}$  - reakce téměř neprobíhá

je větší než  $10^{-4}$  a menší než  $10^4$  - reakce má určité rovnovážné složení, charakterizuje se stupněm konverze (disociační stupeň)  $\alpha$  - udává tu část z každého molu výchozí látky, která se přemění na produkt

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

### ovlivňování rovnováhy soustavy

- **Le Chatelier-Braunův princip** akce a reakce

- porušením chemické rovnováhy vnějším zásahem je vyvolán děj (akce), který vede ke zrušení účinku tohoto vnějšího zásahu (reakce)

- změna tlaku

- mění se látkové množství plynných reakčních složek
- zvýšení tlaku vede ke zmenšení látkového množství
- snížení tlaku vede ke zvýšení látkového množství

- změna teploty

- zvyšování teploty podpoří endotermickou reakci
- snižování teploty podpoří exotermickou reakci

- změna koncentrace

- přidáním výchozích látek bude po určitou dobu probíhat reakce přímá (aby se spotřeboval přidaný reaktant)
- přidáním produktů bude po určitou dobu probíhat reakce zpětná (aby se spotřeboval přidaný produkt)

### rovnováhy v roztocích elektrolytů

- elektrolyty = sloučeniny, jejichž molekuly se při rozpouštění nebo tavení štěpí na ionty
- disociace = štěpení molekul elektrolytů na ionty
- roztoky a taveniny takových sloučenin jsou schopny vést elektrický proud
- silné elektrolyty - v roztoku jsou téměř pouze ve formě iontů (disociují úplně)
- slabé elektrolyty - v roztoku jsou většinou ve formě elektroneutrálních molekul a jen částečně ve formě iontů (jsou málo disociovány)

## druhy chemických rovnováh

### 1) acidobazické (protolytické) rovnováhy

- ustavují se v reakcích, kde dochází k odevzdání a přijímání protonů
- příkladem je disociace kyselin a zásad ve vodě
- např. disociace kyselin a zásad ve vodě
- $K_A$  a  $K_B$
- teorie kyselin a zásad
  - Arrheinova teorie
    - kyselina je látka která odštěpuje proton
    - zásada je látka která odštěpuje OH
    - tato teorie je nedokonalá, protože si dříve mysleli, že zásady jsou jenom hydroxidy
  - Brønstedova teorie
    - kyselina je látka schopná uvolňovat kationt  $H^+$  (poskytuje ho jiné látce), jeho uvolněním se z ní stane zásada
    - zásada je látka schopná přijímat kationt  $H^+$ , jeho přijetím se z ní stane kyselina
  - Lewisova teorie
    - kyselina je látka akceptující volný el. pár (akceptor)
    - zásadou je látka, která ho dává (donor)
  - rozpouštědlová teorie
    - kyseliny jsou látky při jejichž reakci s rozpouštědlem se v roztoku zvyšuje koncentrace kationtu rozpouštědla
    - zásady jsou látky při jejichž reakci s rozpouštědlem se v roztoku zvyšuje koncentrace aniontů rozpouštědla

### 2) srážecí

- typické pro soli → je to silný elektrolyt a zcela disociuje
- pokud přidáme do rozpouštědla víc soli než odpovídá nasycenému roztoku, nadbytek zůstane nerozpuštěný a mezi ním a rozpouštěnou solí se ustaví rovnováha →  $K_s$

### 3) redoxní

- ustavují se v soustavách, kde probíhají oxidačně-redukční reakce a dochází k přenosu elektronů
- vytváří se redoxní systémy mezi nimiž se vytváří rovnováha
- liší se o jeden nebo více elektronů
- charakterizuje je elektronový potenciál, souvisí s Beckettovou řadou kovů

## disociace kyselin a zásad

= reakce, při které se kyseliny a zásady ve vodném prostředí rozpadají na ionty

- částice se může chovat jako kyselina jen v případě, že je v jejím okolí zásada, která je schopna od ní proton přijmout platí i naopak
- amfoterní látka – může se chovat jako kyselina, i jako zásada

$K_A$  - disociační konstanta kyselin

- charakterizuje schopnost kyselin předat  $H^+$
- čím více kyselina disociuje (čím snadněji uvolňuje protony), tím je silnější – tím je  $K_A$  vyšší

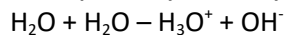
$K_B$  - disociační konstanta zásad

- charakterizuje schopnost zásad předat  $OH^-$

- podle hodnot disociačních konstant  $K_A$  a  $K_B$  rozdělujeme kyseliny a zásady na:

- silné
- středně silné
- slabé

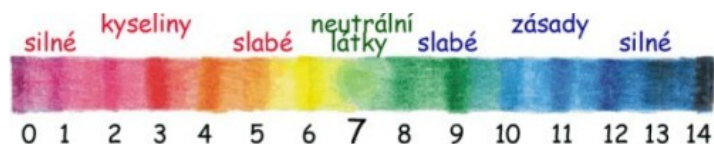
## Autoprotolýza vody (disociace vody)



- iontový součin vody –  $K_v = [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{OH}^-] = 10^{-14}$
- charakterizuje autoprotolýzu vody a vodných roztoků a umožňuje vypočítat látkovou koncentraci  $\text{H}_3\text{O}^+$  v roztocích, známe-li látkovou koncentraci  $\text{OH}^-$  a naopak
- látková koncentrace oxoniových kationtů udává kyselost roztoku
- pro snadnější výpočet byla zavedena logaritmická stupnice pH

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \quad \text{pH} + \text{pOH} = 14$$

## Stupnice pH



Silné kyseliny / zásady – disociují úplně,  $c = [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{OH}^-]$

- $\text{pH} = -\log c$     $\text{pOH} = -\log c$
- HCl, HI, kyslíkaté – čím je vyšší rozdíl mezi kyslíky a vodíky
- NaOH, hydroxidy alkalických kovů a kovů alkalických zemin

Slabé kyseliny / zásady – nedisociují úplně, výpočet pomocí  $K_A$  a  $K_B$

- $\text{pH} = -\log\sqrt{K * c}$     $\text{pOH} = -\log\sqrt{K * c}$
- rozdíl mezi kyslíky a vodíky menší než 2, organické kyseliny
- amoniak



## 8) Vodík, kyslík

### Vodík

- první člen PSP s nejmenší relativní atomovou hmotností
- známe tři izotopy
  - Lehký vodík (protium)  $^1\text{H}$  - tvoří asi 99,9 % všech přírodních atomů vodíku
  - Těžký vodík (deuterium)  $^2\text{H}$
  - Radioaktivní vodík (tritium)  $^3\text{H}$  – umělý, radioaktivní

### Výskyt

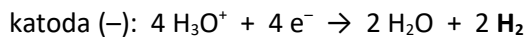
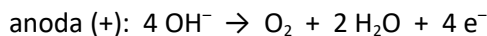
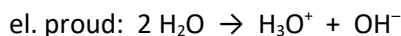
- volný ve formě dvouatomových molekul  $\text{H}_2$  (molekulový vodík) - např. v zemním plynu
- vázaný ve všech organických sloučeninách, biogenní prvek
- vázaný v anorganických sloučeninách - voda, kyseliny, hydroxidy

### Vlastnosti

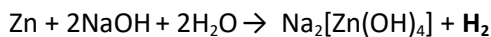
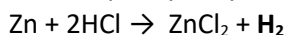
- za normálních podmínek bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, lehčí než vzduch
- hořlavý, jeho směs s kyslíkem silně výbušná
- má redukční vlastnosti (sám se oxiduje)
- reaguje téměř se všemi prvky (kromě vzácných plynů)
- jeho dvouatomové molekuly jsou stabilní - reagují až za zvýšené teploty
- tvoří vodíkové můstky

### Příprava

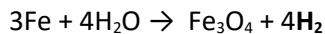
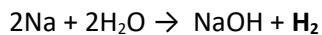
- elektrolýzou vody



- reakcí kovů s vodnými roztoky silných kyselin a hydroxidů

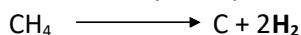


- reakcí kovů, alkalických kovů nebo kovů alkalických zemin s vodou



### Výroba

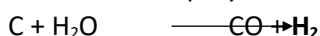
- Termickým štěpením methanu



- Reakcí methanu s vodní párou



- Reakcí vodní páry s rozžhaveným koksem



- Elektrolýzou vodného roztoku NaCl

## Využití

- ke ztužování tuků
- k vyredukování kovů z jejich sloučenin, ke sváření a tavení kovů
- v chemickém průmyslu, např. k syntéze organických (methanol) i anorganických ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ) sloučenin
- dodává se v ocelových lahvích s červeným pruhem

## Sloučeniny

### 1) Hydridy

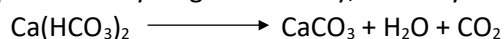
- dvouprvkové sloučeniny vodíku
- vznikají často přímou syntézou prvků
- a) iontové hydridy
  - alkalické kovy a kovy alkalických zemin
  - obsahují hydridový ion  $\text{H}^-$ , jsou to pevné látky s vysokou teplotou tání
  - při jejich reakci s vodou vzniká vodík
- b) kovalentní hydridy
  - prvky 14. - 17. skupiny
  - většinou plynné a těkavé látky, např.  $\text{H}_2\text{S}$
- c) kovové hydridy
  - přechodné a vnitřně přechodné kovy
  - křehké, pevné, vodivé, např.  $\text{UH}_3$

### 2) Voda

- nejrozšířenější a nejdůležitější sloučenina vodíku s kyslíkem
- nezbytná podmínka života, složka organismů i neživé přírody
- za běžných podmínek bezbarvá kapalina bez chuti a zápachu
- má vodíkové můstky - vysoké teploty tání a varu
- existuje ve třech skupenstvích
- významné polární rozpouštědlo - dobře rozpouští iontové a polární sloučeniny
- v přírodě se nikdy nevyskytuje čistá, vždy obsahuje určité množství rozpuštěných látek a plynů
- patří mezi nejstálější sloučeniny
- reaguje: za normální teploty s alk. kovy a kovy alk. zemin  
za vysoké teploty (ve formě páry) s některými kovy za vzniku vodíku a oxidu kovu  
s kyselinotvornými oxidy za vzniku kyselin, se zásadotvornými oxidy za vzniku hydroxidů
- pitná voda se sterilizuje chlórem nebo ozonem
- destilovaná voda je chemicky čistá, připravená destilací, používá se především k přípravě roztoků
- tvrdost vody

#### a) přechodná

- způsobena hydrogenuhličitanu, může být odstraněna převařením



#### b) trvalá

- způsobena především sírany, může být odstraněna přidáním uhličitanu sodného



- má šest valenčních elektronů
- nejrozšířenější prvek na zemi
- má tři izotopy  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$

### Výskyt

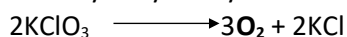
- v atmosféře se vyskytuje ve formě dvouatomových molekul  $\text{O}_2$  nebo trojatomových molekul jako ozon, který vytváří obal chránící zemi před UV zářením
- v organických sloučeninách - sacharidy, aminokyseliny
- v anorganických sloučeninách - voda, minerály, horniny
- biogenní prvek, nezbytný k dýchání organismů

### Vlastnosti

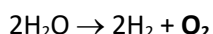
- za normálních podmínek bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, těžší než vzduch, omezeně rozpustný ve vodě
- ozon je jedovatý plyn modré barvy
- molekulový kyslík je velmi reaktivní, reakce jsou exotermické
- atomární kyslík vzniká pouze při chemických reakcích, je vysoce reaktivní
- silné oxidační činidlo, reakce mohou být rychlé (hoření) nebo pomalé (práchnivění dřeva)
- ve svých sloučeninách je nejčastěji dvojjazyčný

### Příprava

- tepelným rozkladem některých kyslíkatých sloučenin



- elektrolýzou, vyloučí se na anodě



- reakcí burelu s kyselinou sírovou



### Výroba

- frakční destilací zkapalněného vzduchu
- elektrolýzou vody

### Využití

- v hutnictví při výrobě železa, při sváření a řezání kovů
- v chemické výrobě - oxidační procesy
- plní se jím dýchací přístroje v lékařství, pro horníky, letce,...
- kapalný dusík je raketové palivo
- ozon se používá k dezinfekci vzduchu a pitné vody (usmrcuje mikroorganismy)
- je dodáván stlačený v ocelových lahvích s modrým pruhem

### Sloučeniny

#### 1) oxidy

- dvouprvkové sloučeniny kyslíku s elektropozitivnějšími prvky, jsou známy oxidy téměř všech prvků
- oxidační číslo -II
- oxidy přechodných prvků jsou barevné ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  je zelený,  $\text{Cu}_2\text{O}$  je červený)
- příprava:
  - a) přímým slučováním prvků
  - b) reakcí prvku s vodní párou
- dělení podle vnitřní struktury

a) oxidy iontové

- prvky s nízkou elektronegativitou: alk. kovy, kovy alk. zemin, lanthanoidy, aktinoidy
- vazba je iontová
- pevné látky s vysokou teplotou tání, např. CaO

b) oxidy molekulové

- nekovy s velkou elektronegativitou: C, N, P, S,...
- vazba je kovalentní
- těkavé, často plynné nebo kapalné, např. SO<sub>2</sub>

c) oxidy polymerní

- kovy ze střední části PSP
- vazba je polárně kovalentní
- tvrdé, nízká teplota tání, např. B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

- dělení podle reakce s vodou, hydroxidy a kyselinami

a) oxidy kyselinotvorné

- molekulové oxidy a oxidy kovů s oxidačním číslem vyšším než V
- s vodou poskytují kyseliny nebo reagují s hydroxidy za vzniku solí

b) oxidy zásadotvorné

- iontové oxidy a oxidy kovů s oxidačním číslem menším než IV
- s vodou poskytují zásady nebo reagují s kyselinami za vzniku solí

c) oxidy amfoterní

- oxidy kovů s atomovou strukturou a s nižšími oxidačními čísly
- reagují s kyselinami i zásadami za vzniku solí

2) peroxid vodíku H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

- patří mezi peroxosloučeniny - látky obsahující dva atomy kyslíku, z nichž každý má ox. číslo -I
- bezbarvá olejovitá kapalina, v bezvodém stavu výbušná
- polární rozpouštědlo, neomezeně mísitelný s vodou
- jeho 3% roztok se používá jako bělicí a dezinfekční činidlo
- má ox. účinky, se silnými oxidačními činidly působí jako redukční činidlo
- je rozpustný ve vodě a chová se jako slabá kyselina
- vytváří dvě řady solí
  - Peroxidy M O , např. Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
  - Hydrogenperoxydy M H O , např. NaHO<sub>2</sub> (hydrogenperoxid sodný)

## 9) Voda, s prvky

### Voda

- nejrozšířenější a nejvýznamnější sloučenina vodíku s kyslíkem
- nezbytná podmínka života, složka organismů i neživé přírody
- za běžných podmínek bezbarvá kapalina bez chuti a zápachu
- má vodíkové můstky - vysoké teploty tání a varu
- existuje ve třech skupenstvích
- významné polární rozpouštědlo - dobře rozpouští iontové a polární sloučeniny
- v přírodě se nikdy nevyskytuje čistá, vždy obsahuje určité množství rozpuštěných látek a plynů
- patří mezi nejstálější sloučeniny
- reaguje: za normální teploty s alk. kovy a kovy alk. zemin
  - za vysoké teploty (ve formě páry) s některými kovy za vzniku vodíku a oxidu kovu
  - s kyselinotvornými oxidy za vzniku kyselin, se zásadotvornými oxidy za vzniku hydroxidů
- tvrdost vody
  - a) přechodná
    - způsobena hydrogenuhličitanu, může být odstraněna převařením
  - b) trvalá
    - způsobena především sírany, může být odstraněna přidáním uhličitanu sodného
- pitná voda se sterilizuje chlórem nebo ozonem
- destilovaná voda je chemicky čistá, připravená destilací, používá se především k přípravě roztoků

### S<sup>1</sup> prvky

- mají ve valenční vrstvě 1 elektron, mají vždy ox. číslo 1
- nazýváme je také alkalické kovy, protože tvoří s vodou silné hydroxidy neboli alkálie
- Li, Na, K, Rb, Cs, Fr

#### Výskyt

- vyskytují se pouze ve formě svých sloučenin
  - Sodík: kamenná sůl NaCl, Glauberova sůl Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10 H<sub>2</sub>O, chilský ledek NaNO<sub>3</sub>
  - Draslík: draselný ledek KNO<sub>3</sub>, sylvín KCl
  - Sloučeniny cesia a rubidia v malém množství doprovázejí ostatní alkalické kovy
- Na a K jsou biogenní prvky (kationty sodné a draselné jsou v tělech živých organismů)

#### Vlastnosti

- měkké stříbrolesklé neušlechtilé kovy s malou hustotou (plavou na vodě), dobré vodiče tepla a elektřiny
- na vzduchu se snadno oxidují a pokrývají vrstvou oxidačních produktů
- uskladňují se pod inertním rozpouštědlem (např. petrolej)
- nízká elektronegativita - iontové vazby, velmi reaktivní, redukční schopnosti
- s vodou reagují bouřlivě a redukují z ní vodík
- redukují polokovy a kovy z jejich sloučenin
- snadno redukují i řadu nekovů, někdy má reakce explozivní charakter
- při hoření vzniká z Lithia oxid, ze sodíku peroxid, z ostatních alkalických kovů superoxidy

#### Výroba

- Na a Li se vyrábějí elektrolýzou tavenin svých chloridů

- K se vyrábí redukcí KCl sodíkem a následnou destilací draslíku ze směsi

### Využití

- Li a K jako příměs do slitin

- Na: redukční činidlo, chladivo jaderným reaktorů (spolu s K), sodíkové výbojky

- Rb, Cs jako fotočlánky

### Sloučeniny

#### 1) Hydridy

- sloučeniny s vodíkem, patří mezi iontové hydridy

- za normálních podmínek bílé krystalické látky

- jejich stálost se snižuje ze shora dolů (od Li k Cs)

- v tavenině vedou el. proud, ve vodě se zcela hydrolyzují

- připravují se syntézou prvků

#### 2) Peroxidy, superoxidy

- hořením Na vzniká peroxid, hořením ostatních superoxid

- peroxid sodný  $\text{Na}_2\text{O}_2$  - má bělící účinky, silné ox. schopnosti, některé org. látky s ním reagují za výbuchu

- jeho reakce s vodou se využívá při výrobě peroxidu vodíku

- superoxidy jsou barevné (draselný žlutý, rubidný tmavohnědý)

#### 3) Halogenidy

- bezbarvé krystalické látky iontového charakteru, dobře rozpustné ve vodě

- nejvýznamnější je NaCl - používá se v potravinářském, konzervářském a chemickém průmyslu

- KCl je součástí draselných hnojiv, KBr a KI slouží jako laboratorní činidla

#### 4) Sulfidy

- lze je připravit přímou syntézou

- dobře rozpustné ve vodě, hydrolyzují, v roztoku reagují alkalicky

- vzdušným kyslíkem se snadno oxidují na thiosířany

#### 5) Hydroxidy

- bílé, krystalické látky, snadno rozpustné ve vodě na roztoky silných zásad

- hydrokopické, leptavé (leptají sklo i porcelán), snadno tavitelné

- velmi agresivní, silně korozivní

- používají se k výrobě mýdel, celulózy, oxidu hlinitého z bauxit, k čištění ropných produktů a v laboratořích

- hydroxid sodný se vyrábí elektrolýzou roztoku NaCl

- Metodou amalgámovou

- $\text{Na}^+$  se slučuje na rtuťové katodě se rtuťí na amalgám, který se v odděleném prostoru rozkládá teplou vodou na hydroxid, vodík a rtuť (ta se čerpá zpět do elektrolýzéry), na grafitové anodě se vylučuje chlór

- Metodou diafragmovou

- na grafitové anodě se vylučuje chlór a na katodě vodík, anodový a katodový prostor jsou odděleny diafragmou (znemožňuje vzájemnou reakci chlóru s hydroxidovými ionty, které zůstávají u katody), oba plyny se odděleně jímají, v roztoku zůstávají pouze sodné a hydroxidové ionty

#### 6) uhličitany, hydrogenuhličitany

- bílé krystalické látky, většinou dobře rozpustné ve vodě
- hydrogenuhličitany se při žhání mění na uhličitany
- známé jako bezvodé i v podobě hydrátů

#### 7) uhličitán sodný - soda

- vyrábí se Solvayovou metodou - roztok NaCl se sytí amoniakem a oxidem uhličitým, čímž vzniká nerozpustný hydrogenuhličitán sodný

hydrogenuhličitán se po odfiltrování termicky rozkládá na uhličitán

- spolu s uhličitánem draselným (potaš) se používá při výrobě skla a pracích prostředků

#### 8) dusičnany

- bezbarvé krystalické látky, dobře rozpustné ve vodě, snadno tavitelné
- při vyšších teplotách se rozkládají na dusitany
- chilský a draselný ledek se používají jako průmyslová hnojiva

#### 9) sírany, hydrogensírany

- bezbarvé krystalické látky, dobře rozpustné ve vodě
- síran draselný se používá jako hnojivo

## s<sup>2</sup> prvky

- mají dva valenční elektrony, mají vždy ox. číslo II
- patří sem Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra, ale jen Ca, Sr, Ba, Ra nazýváme kovy alkalických zemin
- všechny izotopy radia jsou radioaktivní

### Výskyt

- vyskytují se pouze ve formě svých sloučenin
  - Beryllium: beryl (hlinitokřemičitan) - jeho odrůdou je například zelený smaragd
  - Hořčík: magnezit  $MgCO_3$ , dolomit  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ , součást chlorofylu
  - Vápník: vápenec  $CaCO_3$ , sádrovec  $CaSO_4$ , anhydrit  $CaSO_4 \cdot 2 H_2O$ , kazivec (fluorit)  $CaF_2$ , v kostech a zubech jako fosforečnan vápenatý
  - Stroncium: celestin  $SrSO_4$
  - Baryum: baryt  $BaSO_4$
  - Radium: nepatrná součást smolince  $UO_2$
- vápník a hořčík jsou biogenní prvky

### Vlastnosti

- stříbrolesklé neušlechtilé kovy, jsou tvrdší, méně reaktivní, vyšší hustota než alk. kovy
- kovy alk. zemin reagují s vodou stejně jako alk. kovy (jen trochu pomaleji), tvoří převážně iontové vazby
- rozpustné soli stroncia a barya jsou jedovaté
- beryllium a hořčík se svými vlastnostmi od kovů alk. zemin liší

### Výroba

- nejčastěji elektrolýzou tavenin chloridů
- redukcí příslušných halogenidů sodíkem

### Využití

- beryllium: do slitin, kovové Be k výrobě okének do RTG lamp
- hořčík: do slitin
- vápník: do speciálních slitin, redukční činidlo v metalurgii
- baryum: povlaky elektrod
- radium: k ozařování zhoubných nádorů (radioterapie)

## Sloučeniny

### 1) hydridy

- bílé krystalické látky s iontovými vazbami
- s vodou bouřlivě reagují za vzniku vodíku
- $\text{CaH}_2$  je silné redukční činidlo, sušící prostředek

### 2) oxidy

- bílé krystalické látky s iontovými vazbami
- oxid vápenatý  $\text{CaO}$  - pálené vápno, používá se ve stavebnictví, hutnictví, jako hnojivo
  - vyrábí se pálením vápence

### 3) hydroxidy

- silné zásady, ve vodě rozpustné, pohlcojí oxid uhličitý
- jejich zásaditost roste s rostoucím Z
- hydroxid vápenatý  $\text{Ca(OH)}_2$  - hašené vápno, vzniká hašením páleného vápna, ve stavebnictví k výrobě malty
  - jeho vodní suspenze se nazývá vápenné mléko
- tvrdnutí malty je reakce hydroxidu vápenatého s oxidem uhličitým

### 4) halogenidy

- fluoridy jsou ve vodě nerozpustné, ostatní jsou rozpustné
- kazivec  $\text{CaF}_2$  se používá v metalurgii a v optice, je surovinou pro výrobu fluorovodíku

### 5) karbidy

- vznikají přímou syntézou prvků při vyšších teplotách, iontové sloučeniny
- karbid vápenatý  $\text{CaC}_2$  se vyrábí v elektrických pecích, používá se k výrobě acetylenu

### 6) Uhličitany, hydrogenuhlčitany

- pevné, ve vodě nerozpustné
- vápenec  $\text{CaCO}_3$  se používá jako stavební kámen, k výrobě vápna a cementu
- $\text{Ca(HCO}_3)_2$  a  $\text{Mg(HCO}_3)_2$  způsobují přechodnou tvrdost vody

### 7) sírany

- sírany kovů alk. zemin jsou ve vodě nerozpustné
- sádrovec  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  - slouží jako přísada do cementu, jeho zahřátím na  $100^\circ$  vzniká pálená sádra
  - způsobuje trvalou tvrdost vody
- baryt  $\text{BaSO}_4$  se používá v lékařství jako kontrastní látka při RTG vyšetření žaludku



## 10) p<sup>1</sup>, p<sup>2</sup> prvky

### P<sup>1</sup> prvky

- mají 3 valenční elektrony
- s rostoucím Z roste kovový charakter, B je nekov, ostatní jsou kovy
- ve sloučeninách mají nejčastěji ox. číslo III
- bor, hliník, gallium, indium, thallium

### Bor

#### Výskyt

- pouze ve formě kyslíkatých sloučenin: sasolin H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, borax Na<sub>2</sub> [B<sub>4</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>] · 8 H<sub>2</sub>O, boracit 6 MgO · 8 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · MgCl<sub>2</sub>, kernit Na<sub>2</sub>O · 2 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 4 H<sub>2</sub>O

#### Vlastnosti

- pevná tvrdá černá látka s kovovým leskem, chová se jako polovodič, málo reaktivní
- existuje v několika alotropických modifikacích
- chemickými vlastnostmi se podobá křemíku
- vazby vytváří kovalentní, nejčastěji trojvazný nebo čtyřvazný, má vysokou ionizační energii

#### Výroba

- elektrolýzou roztavených boritanů
- redukcí oxidu boru silně elektropozitivním kovem

#### Využití

- v jaderných reaktorech (řídící tyče)
- v hutnictví neželezných kovů (jako dezoxidační prostředek)

#### Sloučeniny

##### 1) boridy

- sloučeniny s kovem, vodivé tvrdé žáruvzdorné látky
- používají se k výrobě brusných a žáruvzdorných materiálů

##### 2) borany

- sloučeniny s vodíkem, velmi reaktivní, samozápalné
- např. diboran B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

##### 3) oxid boritý

- bezbarvá sklovitá látka, s vodou tvoří kyselinu boritou
- vzniká hořením boru

##### 4) kyselina boritá

- tvoří bílé šupinkovité krystaly, málo rozpustné ve vodě
- její vodný roztok je velmi slabá kyselina s antiseptickými účinky - borová voda používaná v lékařství

##### 5) boritany

- struktura je podobná jako u křemičitanů
- ve vodě jsou rozpustné jen boritany alkalických kovů

##### 6) borax

- používá se při výrobě smaltovaných nádob, speciálních optických skel, k úpravě glazur keramiky

# Hliník

## Výskyt

- pouze ve formě svých sloučenin - hlinitokřemičitany (živce, slídy, část jílu a hlín), bauxit (hydrát oxidu hlinitého)
  - kryolit  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ , korund  $\text{Al}_2\text{O}_3$

## Vlastnosti

- stříbrolíný lehký kujný tažný kov, tepelně i elektricky vodivý, je amfoterní
- vůči vzduchu a vodě je stálý, pokrývá se vrstvou oxidu a hydroxidu - nepodléhá korozi
- rozpouští se v roztocích kyselin za vzniku hlinitých solí, rozpouští se v roztocích hydroxidů za vzniku hydroxohlinitanů
- na vzduchu hoří intenzivním svítivým plamenem za vzniku oxidu, má redukční vlastnosti
- má malou elektronegativitu, vazby jsou kovalentní a silně polární, může být až šestivazný

## Výroba

- elektrolýzou taveniny oxidu hlinitého a kryolitu (působí jako tavidlo) při teplotě 950 °C, hlavní surovinou výroby je bauxit

## Využití

- jeho redukční vlastnosti se využívají při získávání některých kovů (Mn, Mo, Cr, V) z jejich oxidů za vysokých teplot
  - tato metoda se nazývá aluminotermie
- slouží k výrobě slitin (dural), alobalu (tenká fólie hliníku), nádob, jako mincovní kov, vodič elektrického proudu

## Sloučeniny

### 1) halogenidy hlinité

- fluorid hlinitý  $\text{AlF}_3$  je nereaktivní, nerozpustný
- s kovy tvoří fluorohlinitany, např. kryolit

### 2) oxid hlinitý

- v přírodě jako tvrdý těžko tavitelný minerál korund
- dá se připravit spalováním hliníku
- nerozpustný ve vodě, amfoterní
- korund slouží k výrobě brusných a žáruvzdorných materiálů, některé odrůdy se používají v klenotnictví

### 3) hydroxid hlinitý

- hydrát oxidu hlinitého, amfoterní

### 4) soli hlinité

- dobře rozpustné ve vodě, odvozené od silných kyselin
- $\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  nebo  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$  - bílá krystalická látka, používá se k čištění vod a při výrobě papíru

## **P<sup>2</sup> prvky**

- mají 4 valenční elektrony, všechny jsou pevné látky
- C a Si jsou nekovy, Ge je polokov, Sn a Pb jsou kovy
- C je maximálně čtyřvazný, ostatní jsou až šestivazné
- mají odlišnou strukturu, s čímž souvisí odlišné vlastnosti
  - tvrdost a křehkost (C, Si, Ge), tažnost (Pb), kovové vlastnosti (Pb)
- uhlík, křemík, germanium, cín, olovo

# Uhlík

## Výskyt

- volný krystaluje ve dvou modifikacích
  - Diamant - krychlová soustava, nejtvrďší nerost v přírodě (10), elektricky nevodivý
  - Grafit - tuha, hexagonální soustava, černošedé zbarvení, kovový lesk, měkký, dobře vede el. proud
- v anorganických sloučeninách: nerosty kalcit  $\text{CaCO}_3$ , magnezit  $\text{MgCO}_3$ , horniny dolomit, vápenec
- v atmosféře a minerálních vodách jako oxid uhličitý
- ve všech organických sloučeninách, biogenní prvek

## Vlastnosti

- schopnost řetězit se a tvořit násobné vazby, netvoří vodíkové můstky (má nízkou elektronegativitu)
- málo reaktivní, reaguje až při vyšších teplotách
- k reakcím se používají technické formy uhlíku - např. koks a uhlí

## Výroba

- vyrábí se rozkladem organických sloučenin bez přístupu vzduchu
- uměle se vyrábějí obě modifikace uhlíku

## Využití

- grafit se používá při výrobě elektrod, tužek, tavících kelímků, moderátorů v jaderných reaktorech, mazadel ložisek
- diamant slouží k obrábění tvrdých materiálů, do vrtných hlavic, ve šperkařství
- aktivní uhlí (pórovitá forma uhlíku s velkým povrchem) slouží k adsorpci plyných látek (filtry ochranných masek) nebo při nemocech trávicího traktu (živočišné uhlí)
- saze (technický uhlík) = rozptýlený C vznikající při nedokonalém hoření org. látek slouží jako plnidlo při výrobě pneumatik a plastů

## Sloučeniny

### 1) sirouhlík

- bezbarvá jedovatá kapalina, nerozpustný ve vodě, nepolární rozpouštědlo
- vzniká z prvků za zvýšené teploty

### 2) kyanovodík

- bezbarvá kapalina, rozpustný ve vodě, prudce jedovatý, způsobuje ochrnutí dýchacího centra
- roztokem je kyselina kyanovodíková - velmi slabá, vytváří soli kyanidy - prudce jedovaté, KCN (cyankáli)

### 3) karbidy

- sloučeniny s elektropozitivnějšími prvky
- tvrdé, pevné, vysoká teplota tání
  - a) iontové - alk. kovy a kovy alk. zemin, s vodou tvoří acetylen
  - b) kovalentní - např. karborundum - brusný materiál

### 4) oxid uhelnatý

- bezbarvý plyn bez zápachu, ve vodě málo rozpustný, jedovatý
- má schopnost vázat se na krevní barvivo hemoglobin, zabraňuje přenosu kyslíku - může dojít k udušení
- je součástí průmyslově významných plynů: vodní plyn ( $\text{H}_2$ , CO) a generátorový plyn ( $\text{N}_2$ , CO)
- velmi reaktivní, silné redukční činidlo
- vzniká hořením uhlíku za nedostatku kyslíku
- připravuje se rozkladem kyseliny mravenčí

### 5) oxid uhličitý

- bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, lehce zkapalnitelný, slabé oxidační činidlo
- vzniká při dokonalém hoření za přístupu vzduchu, při dýchání, tlení, hnití, kvašení atd.
- používá se při výrobě nápojů, cukru, sody, kapalný jako náplň do sněhových hasicích přístrojů
- jeho rozpouštěním vzniká slabá kyselina uhličitá
- jeho ochlazením vzniká pevný CO<sub>2</sub> známý jako suchý led
- připravuje se reakcí uhličitánů se silnými kyselinami nebo jejich tepelným rozkladem
- přepravuje se v ocelových lahvích s černým pruhem

## 6) kyselina uhličitá

- slabá, velmi nestálá, existuje jen ve vodném roztoku
- připravuje se zaváděním oxidu uhličitého do vody
- vytváří dvě řady solí
  - Uhličitany - ve vodě nerozpustné (kromě uhličitánů alk. kovů),
    - soda Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a potaš K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> k výrobě pracích prostředků a skla
  - Hydrogenuhlíčitany - ve vodě rozpustné
    - jedlá soda NaHCO<sub>3</sub> v potravinářství, lékařství - při zvýšené kyselosti žal. šťáv
- významným derivátem je fosgen COCl<sub>2</sub> (chlorid karbonylu) - jedovatý, dusivý, bezbarvý plyn
  - vzniká při hašení tetrachlorovými hasicími přístroji

## Křemík

### Výskyt

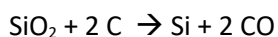
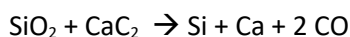
- druhý nejrozšířenější prvek na zemi, obsahuje ho třetina všech známých nerostů
- v přírodě ve formě kyslíkatých anorganických sloučenin s ox. číslem IV
  - Křemen SiO<sub>2</sub>
  - Křemičitany (např. granáty, turmalín)
  - Hlinitokřemičitany (např. slídy, živce)

### Vlastnosti

- tmavošedá, kovově lesklá, tvrdá, křehká krystalická látka
- svou strukturou se podobá diamantu, vazby jsou však méně pevné - proto je křehčí
- od uhlíku se výrazně liší způsobem vazby a strukturou svých sloučenin
- ve většině sloučenin čtyřvazný
- nízká elektronegativita, vazba má kovalentní charakter, netvoří vodíkové můstky
- málo reaktivní, slučuje se za vysokých teplot
- rezistentní vůči kyselinám (kromě HF)

### Výroba

- redukcí oxidu křemičitého karbidem vápenatým nebo uhlíkem v elektrických pecích



### Využití

- polovodič v elektrotechnickém průmyslu

### Sloučeniny

### 1) silicidy

- sloučeniny křemíku s kovy,  $\text{Li}_3\text{Si}$ ,  $\text{CaSi}_2$ ,  $\text{BaSi}_3$
- vodou ani zředěnými kyselinami se většinou nerozkládají

### 2) silany

- sloučeniny křemíku s vodíkem
- mono a disilan jsou plyny, vyšší jsou kapaliny
- samozápalné, velmi reaktivní, s vodou reagují za vývoje vodíku

### 3) halogenidy křemičité

- těkavé, nejvýznamnější je fluorid křemičitý  $\text{SiF}_4$ , vzniká jako produkt při zpracování fluoroapatitů
- $\text{SiF}_4$  s vodou poskytuje kyselinu hexafluorokřemičitou  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ , existuje jen v roztoku, její soli jsou hexafluorokřemičitany

### 4) oxid křemičitý

- pevná, tvrdá, chemicky odolná a obtížně tavitelná látka
- základní strukturu tvoří tetraedr  $\text{SiO}_4$ , navzájem jsou spojeny atomem kyslíku
- odolný vůči vodě i všem kyselinám (kromě HF - proto leptá sklo)
- v přírodě se nachází jako drobně krystalický znečištěný křemen - písek
- používá se ve stavebnictví, při výrobě skla a porcelánu, zbarvené odrůdy křemene se používají při výrobě šperků  
Záhněda, ametyst (fialový), citrín (žlutý), růženín, křišťál (čirý, bezbarvý)
- sklo je homogenní amorfní látka vznikající ochlazením taveniny, běžné sklo vzniká tavením sklářského písku ( $\text{SiO}_2$ ), uhličitánů alkalických kovů (soda, potaš), vápence a dalších přísad

### 5) kyselina křemičitá

- vzniká okyselením vodných roztoků alk. křemičitanů nebo hydrolyzou halogenidů křemičitých
- delším stáním nebo zahřátím se přeměňuje v rosolovitý gel, jeho vysušením získáme amorfní tvrdý gel - silagel
- silagel má díky pórovitosti adsorpční vlastnosti a používá se v chemických laboratořích

### 6) křemičitany

- v přírodě rozšířeny jako nerosty, časté součásti hornin, např. živce, kaolinit, azbest, slídy
- používají se pro výrobu keramiky a cementu
- základní stavební jednotkou jsou tetraedry  $\text{SiO}_4$  spojené do větších celků přes atomy kyslíku  
- u hlinitokřemičitanů je část atomu křemíku nahrazena hliníkem
- podle způsobu spojení tetraedrů rozlišujeme ostrůvkovou, řetězovou, vrstevnatou a prostorovou strukturu
- vznikají tavením oxidu křemičitého s hydroxidy a uhličitany alkalických kovů

### 7) silikony

- syntetické organokřemičité polymerní sloučeniny, obsahují pravidelně se opakující jednotku
- mimořádně tepelně odolné a hydrofobní, používají se jako mazací oleje, nátěrové hmoty, izolační materiál

### Výskyt

- elementární se vyskytují jen vzácně
- většinou ve svých sloučeninách jako galenit PbS nebo sfalerit (cínovec) SnO<sub>2</sub>

### Vlastnosti

- cín je stříbrolesklý tažný kov, dá se válcovat na tenkou fólii - staniol, odolný proti vodě, kyselinám i zásadám<sub>3</sub>
- olovo je šedý měkký kov, rozpustný v HNO<sub>3</sub>, na vzduchu se pokrývá oxidem olovnatým (chrání ho před další oxidací)

### Výroba

- cín se vyrábí z oxidu ciničitého redukcí uhlím
- olovo se vyrábí pražením galenitu na oxid olovnatý a jeho následnou redukcí

### Využití

- cín se používá na povrchové úpravy méně odolných kovů - pocínování, jako pájka, k výrobě slitin (např. bronz)
- olovo se používá k výrobě obalů kabelů, elektrod pro akumulátory, ochranných obalů před RTG zářením, jako pájka

### Sloučeniny

- ciničité jsou stabilnější než cínaté, oxid ciničitý SnO<sub>2</sub> se používá při výrobě smaltů
- všechny sloučeniny olova jsou jedovaté, olovnaté jsou stabilnější než olovičité
- oxid olovnato-olovičitý (suřík neboli minium) se používá k výrobě antikoročních nátěrových směsí

## 11) Prvky p3, p4, roztoky

### P<sup>3</sup> prvky

- mají 5 valenčních elektronů
- stabilní elektronovou konfiguraci získávají tvorbou tří kovalentních vazeb – oxidační číslo -III
- N je plyn, ostatní jsou pevné látky
- s rostoucím Z roste kovový charakter (P a N jsou nekovy, As a Sb jsou polokovy, Bi je kov), klesá reaktivita
- dusík, fosfor, arsen, antimon, bismut

### Dusík

#### Výskyt

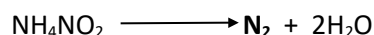
- volně v atmosféře ve formě dvouatomových molekul (vzduch je hlavním zdrojem dusíku)
- v anorganických sloučeninách: v minerálech - chilský ledek NaNO<sub>3</sub>, draselný ledek KNO<sub>3</sub>  
v atomových solích a dusitanech
- v organických sloučeninách: bílkoviny
- biogenní prvek

#### Vlastnosti

- bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, málo rozpustný ve vodě
- vždy jako dvouatomová molekula, v N<sub>2</sub> trojná vazba - nízká reaktivita
- díky vysoké elektronegativitě je schopen vytvářet vodíkové můstky
- nejčastěji tvoří násobné kovalentní vazby
- oxidační čísla od -III do +V

#### Příprava

- termickým rozkladem dusitanu amonného



#### Výroba

- frakční destilací kapalného vzduchu

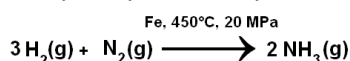
#### Využití

- k výrobě amoniaku, kyseliny dusičné, dusíkatých hnojiv
- elementární dusík se využívá jako ochranný plyn tvořící inertní atmosféru (např. při výrobě výbušnin)
- přepravuje se stlačený v tlakových lahvích se zeleným pruhem

#### Sloučeniny

##### 1) amoniak

- za běžných podmínek bezbarvý plyn štiplavého zápachu a svíravé chuti
- díky vodíkovým můstkům má vysokou teplotu tání
- dobře rozpustný ve vodě, dobré rozpouštědlo
- má redukční vlastnosti a zásaditý charakter
- v přírodě se tvoří rozkladem organických sloučenin obsahujících dusík
- reaguje s kyselinami za vzniku amonických solí
- k výrobě průmyslových hnojiv, kys. dusičné, sody, kapalný se používá jako chladicí medium
- průmyslově se vyrábí Haber-Boschovou vysokotlakou katalyzovanou syntézou z prvků



## 2) amonné soli

- většinou bezbarvé (bílé), krystalické, ve vodě rozpustné
- chlorid amonný  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - salmiak se využívá při pájení kovů a v lékařství
- dusičnan amonný  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  se používá jako průmyslové hnojivo

## 3) oxidy

- jsou složkou výfukových plynů a průmyslových exhalací, jedovaté
- meziprodukt při výrobě kyseliny dusičné
- vznikají při redoxních reakcích dusíkatých sloučenin

### a) oxid dusný

- tzv. rajský plyn, bezbarvý, nasládlé chuti, málo rozpustný ve vodě
- jeho směs s vodíkem při styku s plamenem vybuchuje
- používal se v anesteziologii k narkózám

### b) oxid dusnatý

- bezbarvý plyn, lze ho připravit přímou syntézou za vysokých teplot

### c) oxid dusičitý

- červenohnědý jedovatý plyn, silné oxidační činidlo
- používá se jako okysličovadlo v raketové technice
- za běžných podmínek je dimerizován (= spojí se dva monomery)

## 4) kyselina dusitá

- středně silná kyselina, nestálá, snadno podléhá oxidaci i redukci
- používá se při výrobě barviv
- její soli jsou dobře rozpustné ve vodě

## 5) kyselina dusičná

- silná kyselina, neomezeně mísitelná s vodou, světlem se rozkládá
- směs  $\text{HNO}_3$  a  $\text{HCl}$  v poměru 1:3 = lučavka královská
- bílkoviny jejím působením žloutnou
- slouží k výrobě barviv, léčiv, celulóznic laků, výbušnin a dusičnanů
- její soli jsou dusičnany - rozpustné ve vodě, při vyšších teplotách oxidační vlastnosti
- připravuje se rozkladem dusičnanu sodného kyselinou sírovou
- průmyslově se vyrábí katalytickou oxidací amoniaku

1. syntéza amoniaku

2. oxidace amoniaku

3. oxidace oxidu dusnatého

4. reakce oxidu dusičného s vodou

## 6) dusíkatá hnojiva

- dusičnan amonný  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
- dusíkaté vápno (kyanamid vápenatý)  $\text{CaCN}_2$
- síran amonný  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- močovina  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$

## Fosfor

### Výskyt

- v přírodě se nachází jen ve formě svých sloučenin

Anorganické: minerál apatit  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ , fosforečnan vápenatý  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  je složkou kostí a zubů

Organické: nukleové kyseliny, fosfolipidy, koenzym NAD a NADP, ATP

- je to biogenní prvek



## Vlastnosti

- fyzikálními vlastnostmi se podobá kovům
- je znám ve třech hlavních modifikacích

Bílý - voskově měkký, lehce se krájí, ve vodě nerozpustný, prudce jedovatý, na vzduchu samozápalný reaktivní

Červený - méně reaktivní než bílý, nejedovatý, ve vodě nerozpustný

Černý - tmavě šedá krystalická látka s kovovým leskem, dobře vede el. proud, nejstabilnější a nejméně reaktivní

- charakter vazeb je většinou kovalentní
- na rozdíl od N nevytváří vodíkové můstky

## Výroba

- bílý fosfor se vyrábí z apatitu redukcí koksem v přítomnosti křemene v elektrické peci
- červený fosfor se vyrábí přeměnou bílého fosforu za nepřístupu vzduchu při teplotě 350 °C
- laboratorně se obvykle nepřipravuje

## Využití

- výroba např. kyseliny fosforečné a fosfátů
- přidává se do slitin
- červený fosfor slouží k výrobě zápalek a pyrotechnických výrobků
- bílý fosfor se pro svou jedovatost používá k hubení hlodavců a je součástí zápalných bomb

## Sloučeniny

### 1) fosfan

- je obdobou amoniaku, ale vazba P-H je slabší než N-H
- čistý je na vzduchu samozápalný, má redukční vlastnosti
- za běžných podmínek je bezbarvý, prudce jedovatý plyn nepříjemného česnekového zápachu

### 2) oxid fosforitý

- bílá, jedovatá, vosku podobná krystalická a snadno tající látka tvořena dimerními molekulami
- vzniká spalováním fosforu za omezeného přístupu vzduchu
- kyselý, s vodou poskytuje roztok kyseliny fosforité, snadno se oxiduje

### 3) oxid fosforečný

- bílá, sněhu podobná sloučenina tvořena dimerními molekulami, po osvětlení zeleně světélkuje
- má mimořádnou dehydratační schopnost, často se používá k vysoušení látek
- Při teplotě 358,9 °C sublimuje
- vzniká spalováním fosforu v nadbytku vzduchu a ochlazením par ve velkých komorách

### 4) kyselina fosforitá

- bezbarvá krystalická látka, ve vodě dobře rozpustná
- hydrokopické účinky, redukční činidlo

### 5) kyselina trihydrogenfosforečná

- středně silná, stálá, nemá oxidační vlastnosti
- krystalická čirá látka
- vyrábí se rozkladem fosforečnanů kyselinou sírovou
- ve farmacii jako přísada do roztoku peroxidu vodíku (zpomaluje jeho rozklad)

- k výrobě hnojiv, léčiv, pracích prostředků, k povrchové úpravě kovů
- s kovy tvoří tři řady solí
  - Dihydrogenfosforečnany - ve vodě rozpustné
  - Hydrogenfosforečnany - ve vodě rozpustné jen jako soli alkalických kovů
  - Fosforečnany - ve vodě rozpustné jen jako soli alkalických kovů

#### 6) fosforečná hnojiva

- vyrábí se přeměnou rozpustných fosforečnanů na rozpustné dihydrogenfosforečnany účinkem silných kyselin, vzniká apatit nebo fosforit
- superfosfát - směs dihydrogenfosforečnanu vápenatého a síranu vápenatého
- dihydrogenfosforečnan draselný  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

## P<sup>4</sup> prvky

- mají 6 valenčních elektronů
- chalkogeny
- jsou tvořeny více izotopy (síra má 4), všechny izotopy polonia jsou radioaktivní
- patří sem i kyslík, ale ten se výrazně od ostatních liší
- kromě kyslíku jsou to všechno pevné látky s podobnými vlastnostmi
- kyslík, síra, selen, tellur, polonium

## Síra

### Výskyt

- elementární (volná)
- vázaná v podobě síranů a sulfidů, např. Glauberova sůl  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , sádrovec  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , anhydrit  $\text{CaSO}_4$ , baryt  $\text{BaSO}_4$ , sfalerit  $\text{ZnS}$ , galenit  $\text{PbS}$ , rumělka  $\text{HgS}$ , pyrit  $\text{FeS}_2$
- vázaná v bílkovinách - biogenní prvek

### Vlastnosti

- žlutá pevná látka
- nerozpustná ve vodě, rozpustná v nepolárních rozpouštědlech
- špatný vodič tepla i elektřiny
- nekov
- oxidační čísla od -II do +VI
- s většinou kovů reaguje po zahřátí na sulfid
- za normálních podmínek stálá, při zvýšení teploty reaguje s většinou prvků
- dvě formy
 

Krystalická	kosočtverečná ( $\alpha$ síra) jednoklonná ( $\beta$ síra)
Amorfní	sirný květ - vzniká rychlým ochlazením par síry plastická síra - vzniká rychlým ochlazením taveniny síry

### Výroba

- těží se
- získává se pražením sulfidů nebo z technických plynů, ve kterých se nachází v podobě  $\text{H}_2\text{S}$

### Využití

- výroba  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , sirouhlíku, zápalek, střelného prachu, pesticidů
- k vulkanizaci kaučuku

## Sloučeniny

### 1) sulfan

- sirovodík, bezbarvý, nepříjemně páchnoucí a prudce jedovatý plyn, má redukční vlastnosti
- hoří namodralým plamenem za vzniku oxidu siřičitého nebo síry
- rozpuštěním sulfanu ve vodě vzniká kyselina sirovodíková (sulfanová)

### 2) sulfidy

- sulfidy alk. kovů a kovů alk. zemin jsou iontové a rozpustné ve vodě
- sulfidy ostatních kovů mají kovalentní charakter a jsou nerozpustné
- charakteristicky zbarvené, používají se jako pigmenty
- pražením (zahříváním na vzduchu) vzniká oxid kovu a oxid siřičitý

### 3) oxid siřičitý

- bezbarvý, štiplavý, jedovatý plyn dráždící dýchací sliznici, snadno zkapalnitelný
- nežádoucí složka ovzduší, podílí se na vzniku kyselých dešťů
- vzniká spalováním síry, vyrábí se pražením sulfidů
  
- připravuje se např. rozkladem roztoku siřičitanů kyselinami
  
- projevuje se jako redukční činidlo, v přítomnosti silných redukovadel jako oxidační činidlo
- používá se k výrobě kyseliny sírové, k odbarvování, konzervování, při výrobě celulózy
- jeho rozpouštěním ve vodě vzniká slabá kyselina siřičitá  $H_2SO_3$

### 4) oxid sírový

- pevná látka s polymerní strukturou, obsahuje cyklické molekuly
- silně hydroskopický (pohlcuje vodu), oxidační činidlo, plynný je monomerní
- reaguje s vodou za vzniku kyseliny sírové
- připravuje se termickým rozkladem některých síranů
  
- vyrábí se katalytickou oxidací oxidu siřičitého

### 5) kyselina siřičitá

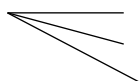
- slabá, silné redukční vlastnosti
- tvoří dvě řady solí
  - Siřičitany - alkalické dobře rozpustné ve vodě, ostatní málo
  - Hydrogenisiřičitany - dobře rozpustné ve vodě

### 6) kyselina sírová

- silná, viskózní kapalina, dobře mísitelná s vodou za uvolňování tepla
- má silné oxidační, dehydratační a korozivní účinky, organické látky jejím vlivem uhlavní
- koncentrovaná reaguje se všemi kovy kromě Pb, Au a Pt
- zředěná ztrácí oxidační schopnost a reaguje pouze s méně ušlechtilými kovy
- při výrobě hnojiv, anorganických sloučenin, barviv, léčiv, výbušnin, plastů, v papírenském průmyslu nebo jako elektrolyt v olověných akumulátorech
- tvoří dvě řady solí - dobře rozpustné ve vodě
  - Sírany - podvojně nazýváme kamence - získají se přímo krystalizací jednoduchých síranů z vodného roztoku
  - Hydrogensírany (známy jen u alk. kovů)
- vytváří se nejčastěji kontaktním způsobem
  1. vyrobí se oxid siřičitý (spalováním síry nebo pražením sulfidů)
  2. oxid siřičitý se katalyticky oxiduje na oxid sírový
  3. oxid sírový je pohlčován roztokem zředěné kyseliny sírové, tím se zvyšuje její koncentrace

# Roztoky

- homogenní nebo zdánlivě homogenní směs nejméně dvou látek - rozpouštědla a rozpuštěné látky

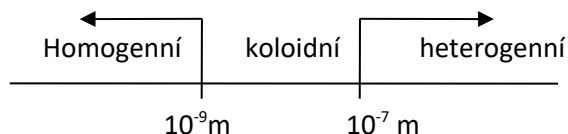


Nasycený - další množství látky při dané teplotě nebo tlaku se už nerozpouští

Nenasycený - množství látky při dané teplotě nebo tlaku se stále rozpouští

Přesycený - nadbytečné množství se nerozpouští a zůstává na dně

**Směs** = soustava skládající se z několika chemicky čistých látek (z různých druhů částic)



**Rozpustnost** – najdeme v tabulkách – hmotnost látky v gramech, která se rozpustí ve 100g rozpouštědla většinou voda

- najdeme v gramech nebo křivky rozpustnosti (v tabulkách)

## Koncentrace roztoků

**HMOTNOSTNÍ ZLOMEK** (hmotnostní podíl) ... **W**

- udává podíl rozpuštěné látky ve **100 g** roztoku

- je roven podílu hmotnosti rozpuštěné látky (X) v roztoku a celkové hmotnosti roztoku

$$w_{(X)} = \frac{m_X}{m_R} \cdot (100 \%)$$

$$m_R = m_X + m_r$$

$w_X$  ... hmotnostní zlomek látky X

$m_r$  ... hmotnost rozpouštědla

$m_X$  ... hmotnost látky X

$m_R$  ... celková hmotnost roztoku

- nabývá hodnot od (0; 1)

- běžně se vyjadřuje **hmotnostním procentem** - vynásobíme hmotnostní zlomek 100 %

- součet hmotnostních zlomků všech látek obsažených ve směsi (tzn. rozpuštěné látky + rozpouštědlo)  $\equiv 1$

- pro určitou složku molekuly  $A_xB_y$  platí:

$$w_{(A)} = \frac{x \cdot Ar_A}{Mr_{A_xB_y}} \cdot (100 \%)$$

- nezávisí na teplotě

**OBJEMOVÝ ZLOMEK** (objemový podíl) ...  $\Phi$

- je roven podílu objemu rozpuštěné látky (X) v roztoku a celkovému objemu roztoku

$$\phi_{(X)} = \frac{V_X}{V_R} \cdot (100 \%)$$

$$!!! V_R \neq V_X + V_r$$

$\Phi_X$  ... objemový zlomek látky X

$V_r$  ... objem rozpouštědla

$V_X$  ... objem látky X

$V_R$  ... celkový objem roztoku

- nabývá hodnot od (0; 1)

- běžně se vyjadřuje **objemovým procentem** - vynásobíme objemový zlomek 100 %

- závisí na teplotě

## MOLÁRNÍ KONCENTRACE ... C

- je rovna podílu látkového množství látky obsažené v roztoku a celkového objemu roztoku - je rovna počtu molů určité látky rozpuštěné v 1 dm<sup>3</sup> roztoku

$$C_X = \frac{n_X}{V_X}$$

$C_X$  ... molární koncentrace látky X

$n_X$  ... látkové množství látky X

$V_X$  ... objem látky X

$m_X$  ... hmotnost látky X

$M_X$  ... molární objem látky X

$$C_X = \frac{m_X}{M_X \cdot V_X}$$

- jednotka: **mol · dm<sup>-3</sup>**

- závisí na teplotě

## SMĚŠOVACÍ ROVNICE

- vychází ze zákona zachování hmotnosti látky a ze zachování celkové hmotnosti roztoků

$$m_1 + m_2 = m_3$$

$$m_{R1} + m_{R2} = m_{R3}$$

$$m_1 = w_1 \cdot m_{R1}$$

$$m_2 = w_2 \cdot m_{R2}$$

$$m_3 = w_3 \cdot m_{R3}$$

$$w_1 \cdot m_{R1} + w_2 \cdot m_{R2} = w_3 \cdot m_{R3}$$

$$w_1 \cdot m_{R1} + w_2 \cdot m_{R2} = w_3 \cdot (m_{R1} + m_{R2})$$

- platí i pro látková množství:  $n_1 + n_2 = n_3$  -  $V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2 = V_3 \cdot C_3$

## KŘÍŽOVÉ PRAVIDLO

- jiný zápis směšovací rovnice

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{w_3 - w_2}{w_1 - w_3}$$

$$\begin{array}{cc} w_1 & w_3 - w_2 \\ & w_3 \end{array}$$

$$w_1 > w_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{c_3 - c_2}{c_1 - c_3}$$

$$\begin{array}{cc} c_1 & c_3 - c_2 \\ & c_3 \end{array}$$

$$c_1 > c_2$$



## 12) Prvky p5, p6

### P<sup>5</sup> prvky

- 7 valenčních elektronů, tvoří dvouatomové molekuly ve všech skupenstvích
- nazýváme je halogeny, jedovaté, mají dráždivé účinky
- Cl a Br jsou tvořeny více izotopy, F a I jsou monoizotopické, radioaktivní izotopy At byly uměle vytvořeny
- fluor, chlor, brom, jod, astat

#### Výskyt

- pro svou značnou reaktivitu jsou známy pouze ve sloučeninách
  - Fluor je součástí minerálů - kazivec  $\text{CaF}_2$ , kryolit  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , složkou kostí a zubní skloviny
  - Chlór je součástí minerálů - halit (sůl kamenná)  $\text{NaCl}$ , sylvín  $\text{KCl}$ , karnalit  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , je obsažen v krevní plazmě a žaludečních šťávách
  - Brom v malém množství doprovází sloučeniny chlóru, je obsažen v mořské vodě, chaluhách, slaných jezerech
  - Jód je obsažen v mořské vodě, tvoří součást hormonu štítné žlázy

#### Vlastnosti

- fluor je zelenožlutý plyn, chlór žlutozelený plyn, brom červenohnědá kapalina, jód fialovočervená pevná látka
- rozpouštějí se v nepolárních rozpouštědlech, s výjimkou jódu se rozpouštějí ve vodě
- teploty tání i varu pravidelně stoupají od F k I
- mají vysokou elektronegativitu, oxidační účinky, jsou velmi reaktivní (vlastnosti klesají od F k I)
- fluor má ox. číslo pouze -I, ostatní mají od -I do VII
- všechny vytváří vodíkové můstky
- halogen s nižším Z vytěsňuje z halogenidu halogen s vyšším Z
- již za normálních podmínek reagují s mnoha prvky i sloučeninami, s kovy a některými nekovy tvoří halogenidy, s vodíkem halogenvodíky, reagují i s vodou

#### Příprava

- oxidací halogenidů nebo halogenvodíků silnými oxidačními činidly

#### Výroba

- elektrolýzou roztoků (nebo tavenin) jejich solí, vylučují se na anodě (oxidací halogenidů)

#### Využití

- fluor: výroba plastů (teflon), freonů
- chlór: výroba plastů (PVC), HCl, bělicí a dezinfekční prostředek
- brom: výroba léčiv, barev, fotografického materiálu
- jód: výroba léčiv a barev, jodová tinktura - 5% ethanolový roztok jódu

#### Sloučeniny

##### 1) halogenvodíky

- sloučeniny halogenů s vodíkem HX
- bezbarvé, ostře páchnoucí, snadno zkapalnitelné plyny, dobře rozpustné ve vodě
- polarita a pevnost vazby se od HF k HI výrazně snižuje
- vysoké teploty tání a varu u HF jsou způsobeny vodíkovými můstky
- vznikají přímou syntézou prvků nebo reakcí silných netěkavých kyselin s některými halogenidy kovů za tepla
- jejich roztoky se označují jako halogenvodíkové kyseliny, jejich síla roste od HCl k HI

a) kyselina fluorovodíková

- středně silná kyselina
- leptá sklo, proto se přechovává v plastových nádobách

b) kyselina chlorovodíková

- silná kyselina, koncentrovaná je 38%
- základní chemikálie v chemickém průmyslu a v laboratořích, důležitá složka žaludečních šťáv

2) halogenidy

- soli halogenvodíkových kyselin, sloučeniny halogenů s elektro pozitivnějšími prvky
- převážně dobře rozpustné ve vodě

a) iontové - sloučeniny s prvky s nízkou elektronegativitou (typické kovy), mají vysoké teploty tání a varu  
- v roztoku nebo tavenině vedou elektrický proud, např. NaCl, KBr

b) polymerní - atomová struktura, sloučeniny s kovy ze střední části tabulky, např. CoCl  
- spojeny kovalentními vazbami do řetězců nebo vrstev, nižší teploty tání a varu

c) molekulové - sloučeniny s nekovy a polokovy (nebo kovy vyšších oxidačních stupňů)  
- spojeny kovalentními vazbami do molekul, snadno těkají  
- často plynné nebo kapalné, např.  $\text{PCl}_5$

- připravují se přímou syntézou prvků nebo reakcí halogenvodíkových kyselin s neušlechtilými kovy, oxidy nebo hydroxidy

3) oxidy

- velmi reaktivní, nestálé
- nejstálější je krystalický oxid jodičný  $\text{I}_2\text{O}_5$

4) oxokyseliny

a) kyselina chlorná

- velmi slabá, nestálá, silné oxidační činidlo
- její soli jsou chlornany
- bělicí louh - směs chloridu a chlornanu sodného, používá se k bělení
- chlorové vápno - směs chloridu a chlornanu vápenatého, jako bělicí a desinfekční prostředek

b) kyselina chlorečná

- silná, nestálá, silné oxidační činidlo
- její soli jsou chlorečnany, slabší než chlornany, k výrobě výbušnin a zápalek, oxidační účinky

c) kyselina chloristá

- velmi silná (nejsilnější z kyselin chlóru), nepřilíš silné oxidovadlo
- její soli jsou chloristany, používají se v pyrotechnice

d) kyselina jodičná

- nejstálější z kyselin jódu, za normálních podmínek v pevném stavu
- dobře rozpustná ve vodě, její soli jsou jodičnany



- mají plně obsazené valenční orbitaly
- v atomárním stavu jsou stabilní a nereaktivní
- helium má valenční orbital  $1s^2$
- helium, neon, argon, krypton, xenon, radon

### Výskyt

- v nepatrném množství součástí atmosféry
- často produkty radioaktivních rozpadů nerostů, zejména helium

### Vlastnosti

- za běžných podmínek jsou plynné, mají vysokou ionizační energii
- jsou složeny z jednotlivých atomů, nevytváří molekuly
- mimořádně stabilní a nereaktivní

### Výroba

- získávají se jako vedlejší produkty při frakční destilaci kapalného vzduchu
- helium lze získat ze zemního plynu

### Využití

- náplně do výbojek a žárovek
- heliem se plní balóny (má nízkou hustotu), používá se k dosažení velmi nízkých teplot
- He a Ar tvoří ochranný plyn (zabraňují kontaktu látek se vzdušným kyslíkem) při svařování některých kovů
- radioaktivní radon se využívá k léčbě rakoviny

### Sloučeniny

- teprve v 60. letech 20. století se podařilo připravit první sloučeniny Xe a Kr s prvky s vysokou elektronegativitou
- např.  $XeF_4$

### 13) Obecné vlastnosti kovů, d prvky, elektrochemie

#### Kovy a jejich vlastnosti

- fyzikální vlastnosti kovů jsou podobné, kdežto chemické vlastnosti jsou odlišné
- kovolessklé, vedou el. proud a teplo, vytváří slitiny – amalgám (rtuť + olovo)
- chemické vlastnosti vyplývají z postavení příslušného prvku v Beketově řadě – uspořádané podle elektrochemického napětí  
(Cs,K,Ca,Na,Mg,Al,Mn,Zn,Fe,Co,Ni,Sn,**H**,Cu,Ag,Hg,Au,Pt)

#### Neušlechtilé

#### Ušlechtilé

- ve směru šipky roste schopnost tvořit kationty, schopnost tvořit redukční činidla
- $Mg + HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$  ;  $Ca + MgCl_2 \rightarrow CaCl_2 + Mg$  ;  $Mg + KCl \rightarrow X$



- kovová vazba – základní mřížka, v rozích kationty kovů( bez valenčních elektronů => jsou delokalizované= volně se pohybují= elektronový plyn)

- velikosti atomů kovů

- ve skupině dolů – poloměr atomů vzrůstá, protože elektrony obsazují orbitály vzdálenější od jádra(roste prot. číslo)

- v periodě -> klesá, protože se stoupajícím prot. číslem Z roste počet elektronů, ale ty zaplňují pouze 1 elektronovou vrstvu, proto rostou přitažlivé síly mezi jádrem a elektr. Obalem

- závislost acidobazické reakce na oxidech

CrO -> zásadotvorné

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -> amfoterní charakter(chrom. sůl, chromitany)

CrO<sub>3</sub> -> kyselinotvorné – kys. Chromová

Výskyt - ušlechtilé( nebo velmi málo reaktivní) se vyskytují v ryzí podobě

- prvky od skandia(Sc) po železo(Fe) se vyskytují ve formě oxidů

- od Fe po Zn se vyskytují nejčastěji ve formě sulfidů

- v přírodě se vyskytují kovy v rudách, mohou být radioaktivní(některé neexistují - radioaktivní rozpad)

Výroba kovů – redukci z oxidů pomocí CO,C

- forma sulfidů- pražení => redukce z oxidu

Redukce: přímá-  $Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO$

nepřímá-  $3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$

$Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3FeO + CO_2$

$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$

- redukční způsob pomocí kovů

Al(aluminotermie), Mg(magneziotermie), Ca(calciotermie)

- př:  $Fe_2O_3 + Al \rightarrow Fe + Al_2O_3$

- redukce pomocí H<sub>2</sub>, hydridu H<sup>-</sup>

- př:  $MoO_3 + 3H_2 \rightarrow Mo + 3H_2O$

- elektrolýza: vodný roztok :  $NaCl \rightarrow NaOH + H_2 + Cl_2$ ; tavenina  $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

## D prvky

- valenční elektrony obsazují valenční orbitály  $ns^{1-2}$  a  $(n-1)d^{1-10}$
- jsou to kovy, jejich atom. poloměry jsou menší než u s-prvků
- do kovové vazby poskytují více valenčních elektronů z neúplně obsazených d-orbitalů
- mají vysokou hustotu, teplotu tání a varu, jsou často tvrdé, křehké, tepelně a elektricky vodivé, vzájemně tvoří slitiny
- často tvoří koordinační sloučeniny

### Prvky skupiny železa

- železo, kobalt, nikl
- patří mezi neušlechtilé kovy, je to tzv. triáda železa

### Výskyt

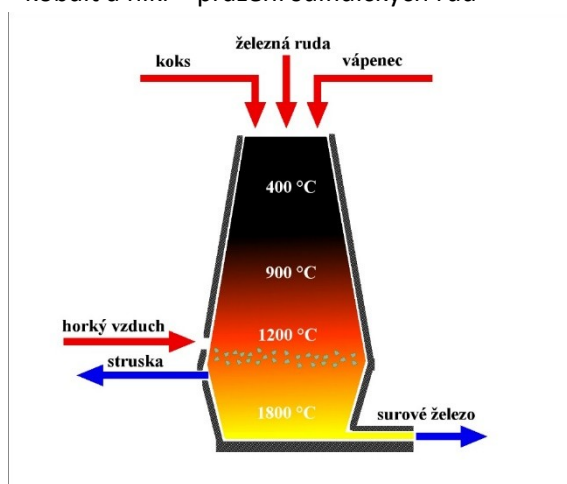
- pouze ve svých sloučeninách
- Železo: Magnetit( $Fe_3O_4$ ), Hematit( $Fe_2O_3$ ), Pyrit( $FeS_2$ )
- Kobalt: Kobaltin( $CoAsS$ ); Nikl: sulfidické rudy, meteority

### Vlastnosti

- železo-stříbrolesklé, tažné, kujné, feromagnetické(zesiluje magn. pole), reaguje s různými prvky(kyslík  $\rightarrow$  rezavění), se zředěnými kyselinami  $\rightarrow$  železnaté, železité soli a vodík
- kobalt a nikl jsou bílé kovy, vedou el. proud, jsou paramagnetické(vtahování do magnetického pole)
- oxidační čísla jsou II a III
- vazby jsou nejčastěji kovalentní
- rozpuštěné ve zředěných kyselinách(sírová, dusičná)
- železo podléhá na vlhkém vzduchu korozi

### Výroba

- železo – ve vysokých pecích z jeho kyslíkatých rud
- přímá redukce** uhlíkem(forma – koks)  $Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO_2$
- nepřímá redukce** oxidem uhelnatým(spalování koksu za nedostatečného přístupu vzduchu)  
 $3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$ ;  $Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3FeO + CO_2$ ;  $FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$
- surové železo- **LITINA**- obsahuje uhlík, je tvrdé a křehké, není kujné(pouze k odlitkům), jeho **zkujňováním**(snížení obsahu uhlíku) se vyrábí **OCEL**: prudkým ochlazením – **KALENÍM** – kalená ocel – tvrdá a křehká; pomalým zahříváním - **POPOUŠTĚNÍM** – křehkost se odstraní, tvrdost zůstává
- kobalt a nikl – pražení sulfidických rud



### Využití

- čisté železo je pro technické účely příliš měkké, proto se užívají jeho slitiny s různými prvky
- železo jako složka oceli je jedním z nejvýznamnějších kovů, konstrukční materiál, výroba strojních součástí
- kobalt – při výrobě některých druhů ocelí, jako katalyzátor, radioaktivní  $^{60}\text{Co}$  v lékařství – ozařování nádorů
- nikl – součást mnoha slitin, proti korozi, jako katalyzátor

### Sloučeniny

- Sulfidy-  $\text{FeS}$ ,  $\text{CoS}$ ,  $\text{NiS}$  jsou černé sraženiny, nerozpustné ve vodě;  $\text{FeS}_2$  – disulfid železnatý(pyrit) k výrobě  $\text{SO}_2$
- Oxidy-  $\text{FeO}$  je černá práškovitá látka,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  červená látka sloužící jako pigment,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  je podvojný oxid železnato-železitý;  $\text{CoO}$  je olivově zelený,  $\text{NiO}$  je zelený, barví sklo
- Hydroxidy-  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  je bílá sraženina, na vzduchu hnědne a přechází na  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;  $\text{Co}(\text{OH})_2$  je modrá sraženina,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  jasně sraženina
- Kyslíkaté soli-  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  – zelená skalice, používá se k výrobě pigmentů;  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$  – Mohrova sůl, v analytické chemii;  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  je součástí minerálních vod
- Koordinační sloučeniny-  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  (hexakynoželezitan draselný) – žlutá krevní sůl, k výrobě barviv, reakcí s železitými ionty, poskytuje modrou sraženinu tzv. berlínskou modř;  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  (hexakynoželezitan draselný) – červená krevní sůl, barvení textilu

### **Prvky skupiny mědi**

- měď, stříbro, zlato
- patří mezi ušlechtilé kovy

### Výskyt

- v zemské kůře jako ryzí, ve sloučeninách: měď – Chalkopyrit( $\text{CuFeS}_2$ ), Kuprit( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), Malachit( $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ )

### Vlastnosti

- jsou to těžné, kujné, tepelně a elektricky vodivé prvky
- měď je červená, stříbro bílé a zlato žluté
- mají oxidační čísla I, II, III, (zlato až V)
- jejich reaktivita klesá s rostoucím protonovým číslem
- rozpustné v roztocích se silnými oxidačními účinky, zlato jen v lučavce královské
- měď se pokrývá na vzduchu vrstvou měděnky(hydrogenuhličitanu mědi)

### Výroba

- měď – pražení chalkopyritu, čištění elektrolyticky
- stříbro – získává se z rud odlučováním – vháněním kyslíku do taveniny
- zlato – např. kyanidovým způsobem – redukcí neušlechtilým kovem z kyanozlatných komplexů

### Využití

- zlato – klenotnictví, pozlacování neušlechtilých kovů, zubní lékařství, měnové zlato
- stříbro – výroba fotografických materiálů, zrcadla, elektrotechnika, koloidní stříbro má baktericidní účinky – v lékařství
- měď – elektrotechnika, výroba katalyzátorů a slitin – BRONZ(90% Cu, 10% Sn), MOSAZ(70% Cu, 30% Zn)

## Sloučeniny

### a) Sulfidy

-Cu<sub>2</sub>S vzniká přímou reakcí prvků, CuS je černý, ve vodě nerozpustný

-Ag<sub>2</sub>S je černý, vzniká jako produkt černání stříbra účinkem sulfanu H<sub>2</sub>S

### b) Halogenidy

-AgBr je světle žlutá látka citlivá na světlo (rozklad na kovové stříbro) – fotografický proces

### c) Oxidy

-Cu<sub>2</sub>O je červený prášek, nerozpustný ve vodě, barví sklo na červeno; CuO je černý, nerozpustný ve vodě, barví sklo na zeleno

-Ag<sub>2</sub>O je hnědý, ve vodě nerozpustný, zásaditý

### d) Soli

-CuSO<sub>4</sub> × 5H<sub>2</sub>O – skalice modrá – jako fungicid (hubení plísní), ke galvanickému pokovování, v bezvodém stavu bílá, hygroskopická (pohlcovat vlhkost)

-AgNO<sub>3</sub> – lápis – bezbarvá, ve vodě rozpustná látka, k výrobě dalších sloučenin stříbra, kožní lékařství

## **Prvky skupiny zinku**

-zinek, kadmium, rtuť

-prvky 12. skupiny (II.B), zinek a kadmium – neušlechtilé kovy, rtuť ušlechtilý kov

## Výskyt

-zinek: ZnS (sfalerit), kadmium (se zinkem v rudách), rtuť-ryzí, HgS (rumělka)

## Vlastnosti

-stříbrolesklé kovy s nízkou teplotou tání

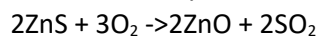
-zinek je za normální teploty křehký; tažný a kujný je až při 100-150°C, pokrývá se vrstvičkou oxidů

-kadmium je měkčí a tažnější než zinek, na vzduchu se pokrývá vrstvičkou oxidů, jeho sloučeniny jsou prudce jedovaté

-rtuť je za normální teploty kapalná, její páry jsou jedovaté, odolná vůči vzdušnému kyslíku

## Výroba

-zinek: elektrolýzou nebo pražením sfaleritu (získání ZnO → redukce uhlíkem)



-kadmium: elektrolýzou

-rtuť: z rumělky pražením nebo reakcí se železem

## Využití

-zinek: k výrobě slitin (mosaz), k pokovování, jako redukční činidlo

-kadmium: k pokovování, k absorpci neutronů v jaderné technice, při výrobě akumulátorů

-rtuť: chemický průmysl – výroba chlóru alkalickou metodou, příprava amalgámů (slitiny Hg s např.

Ag, Au, Cu) a léčiv, rtuťové zářivky, rtuťové katody

## Sloučeniny

### a) Sulfidy

-ZnS – bílá amorfní látka, k výrobě barviv

-CdS – kadmiová žluť – žlutý prášek rozpustný ve vodě používaný jako malířská barva

-HgS – rumělka – nejdůležitější ruda rtuti

#### b) Halogenidy

-ZnCl<sub>2</sub> – bílý zrnitý prášek, dobře rozpustný ve vodě za silného vývoje tepla, jeho vodný roztok reaguje kyselé

-Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> – kalomel – k výrobě elektrod, v lékařství(projímadlo)

-HgCl<sub>2</sub> – prudce jedovatá sloučenina

#### c) Oxidy

-ZnO – zinková běloba – bílá krystalická látka, vzniká hořením zinku, používá se jako barvivo

#### d) Hydroxidy

-Zn(OH)<sub>2</sub> – amfoterní bílá sraženina, vzniká působením alkalických hydroxidů na vodné roztoky zinečnatých solí

#### e) Soli

ZnSO<sub>4</sub> × 7H<sub>2</sub>O – skalice bílá – krystalická látka, používá se v galvanotechnice a k přípravě dalších sloučenin zinku

### Ostatní prvky

#### *Mangan*

-prvek 7. skupiny(VII.B), 4. periody, ušlechtilý kov

#### Výskyt

-pouze ve formě sloučenin: burel(MnO<sub>2</sub>), rodonit(Mn<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>9</sub>)

#### Vlastnosti

-stříbrolesklý, tvrdý kov

-vyskytuje se s oxidačním číslem II-VII

-rozpustný v kyselinách i zásadách na manganaté sloučeniny

-reaguje s kyslíkem na Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, sírou na MnS, halogeny na halogenidy manganaté

#### Výroba

-aluminotermicky z Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (tetraoxid manganato-manganitý) redukcí kovovým Al, výchozí látkou je burel, ten s hliníkem reaguje příliš prudce, proto burel na Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> – reakce klidnější: 3Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + 8Al → 4Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 9Mn

-elektrolýzou MnSO<sub>4</sub>

#### Využití

-FEROMANGAN(slitina Fe a Mn) – slouží k dezoxidaci a desulfidaci oceli(mangan váže na sebe kyslík a síru, které je třeba z oceli odstranit) a jako přísada do speciálních konstrukčních ocelí

#### Sloučeniny

Burel(MnO<sub>2</sub>)

-za zvýšené teploty reaguje s kyselinami(jako oxidační činidlo)

-používá se ve sklářství, k výrobě suchých elektrických článků, jako katalyzátor

Manganistan draselný(KMnO<sub>4</sub>)

-temně fialové lesklé krystalky rozpustné na purpurový roztok

-silné oxidační činidlo

-používá se jako dezinfekční prostředek, k úpravě pitné vody, v analytické chemii ke stanovení látek redukční povahy(manganometrie)

## *Chrom*

-prvek 6. skupiny (VI.B), neušlechtilý kov

### Výskyt

-chromit( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  – tetraoxid železnato-chromitý)

### Vlastnosti

-stříbrolesklý, tvrdý kov

-vyskytuje se převážně s oxidačním číslem III a VI

-reaguje s kyslíkem (na  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), s halogeny (na halogenidy chromité), se sírou (na  $\text{Cr}_2\text{S}_3$ )

### Výroba

-aluminotermicky z  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ :  $2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$

-elektrolýzou roztoků jeho sloučenin

### Využití

-ke galvanickému pokovování, jako FERROCHROM (slitina Fe a Cr) se přidává do oceli – zvyšuje žáruvzdornost, tvrdost, odolnost oceli proti korozi

### Sloučeniny

#### Oxidy

-oxid chromitý -  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  – zelený prášek, nerozpustný ve vodě, amfoterní; používá se k výrobě olejových barev jako tzv. chromová zeleň – impregnace dřeva, ochrana kovových předmětů proti korozi

-oxid chromový –  $\text{CrO}_3$  – tmavočervené krystalky, jedovatý, hygroskopický, se silnými oxidačními účinky

#### Chromany

-mají žluté zbarvení a oxidační účinky; např. chroman olovnatý  $\text{PbCrO}_4$  tzv. chromová žluť se používá jako pigment; reakcí s kyselinami vznikají oranžové dichromany se silnými oxidačními účinky

## *Titan*

-prvek 4. skupiny (IV.B), neušlechtilý kov

### Výskyt

-jeden z nejrozšířenějších prvků zemské kůry; ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$  – trioxid železnato-titaničitý), rutil ( $\text{TiO}_2$  – oxid titaničitý)

### Vlastnosti

-lehký a tvrdý kov ocelového vzhledu

-mimořádně chemicky stálý – netečný k působení vody a atmosférických plynů, odolává působení většiny kyselin i zásad, odolává korozi

### Výroba

-výroba je finančně náročná, nelze využít běžné hutní metody

-pyrolýzou ilmenitu nebo rutilu s uhlíkem a chlorem se získává chlorid titaničitý, jeho páry se redukují hořčíkem

### Využití

-letecký průmysl, kosmické technologie, medicínské implantáty, šperky

### Sloučeniny

-oxid titaničitý( $\text{TiO}_2$ ) – titanová běloba – bílý pigment(E171 – barvení želé, džemů, žvýkaček, mléka)  
-chlorid titaničitý( $\text{TiCl}_4$ ) – využití jako náplň dýmovnic

### **Elektrochemie**

-obor chemie zkoumající procesy probíhající na rozhraní elektrod a elektrolytu

#### Oblasti elektrochemie

-Redoxní reakce  
-Baterie(galvanický článek)  
-Koroze  
-Elektrolýza

#### Redoxní reakce(oxidačně-redukční)

-reakce při nichž dochází k přenosu elektronů mezi reakčními složkami, probíhající jako dvě dílčí reakce – oxidace a redukce

-oxidace dochází ke zvyšování oxidačního čísla prvku -> prvek ztrácí elektrony

-redukce – dochází ke snižování oxidačního čísla prvku -> prvek získává elektrony

-např.:  $2\text{H}^+\text{Cl}^- + \text{Zn}^0 \rightarrow \text{Zn}^{\text{II}}\text{Cl}_2^{-1} + \text{H}_2^0$ ; redukce:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2^0$

oxidace:  $\text{Zn}^0 - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{\text{II}}$

#### Galvanický článek

-zdroj stejnosměrného napětí, funguje na principu spontánních redoxních dějů

-skládá se ze dvou poločlánků, každý z nich obsahuje elektrodu ponořenou do elektrolytu – kladná KATODA, záporná ANODA – z různých kovů, vodivě spojeny

-kovovou elektrodu ponoříme do vodného roztoku soli téhož kovu a dojde k redoxnímu chemickému ději, při kterém:

-z anody vstupují do roztoku další ionty kovu, např.  $\text{Zn}^0 - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$ , roztok se nabíjí kladně a elektroda záporně, na anodě probíhá oxidace

-z roztoku na katodu se vylučuje kov, např.  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^0$ , roztok se nabíjí záporně a elektroda kladně, na katodě redukce

-na rozhraní kovu a roztoku vzniká tenká vrstva – elektrolytická dvojvrstva, ve které je elektrické pole, mezi kovem a roztokem je elektromotorické napětí

-jestliže elektrody vodivě spojíme, proudí vodičem elektrony uvolněné ze zinkové elektrody do měděné elektrody a vzniká el. proud

-primární galvanické články po vybití nelze obnovit; sekundárním článkem je AKUMULÁTOR – při nabíjení probíhá elektrolýza, při vybíjení zdroj elektromotorického napětí



## Koroze

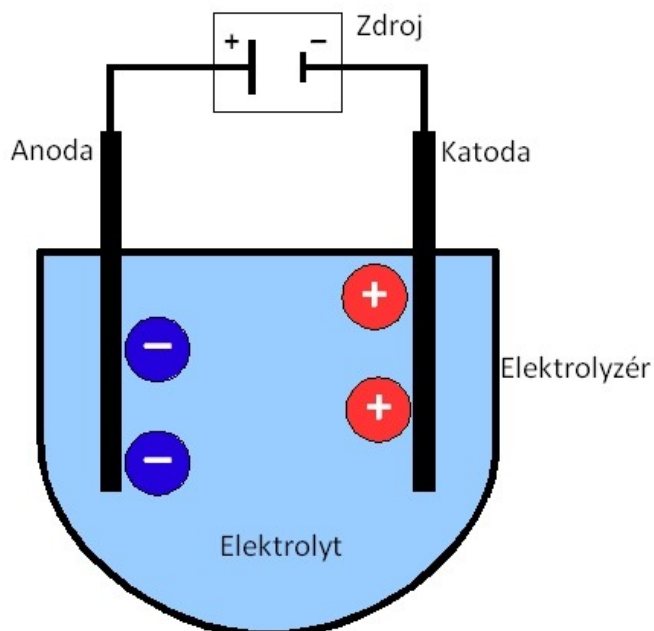
- samovolné, postupné rozrušení kovů vlivem chemické nebo elektrochemické reakce s okolím
- způsobena elektrochemickými procesy, hlavní činitel koroze je atmosférický kyslík( z něj OH skupina), dále anionty kyselin( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )
- znehodnocování materiálů

### Chemická koroze

- vzájemné působení kovu a korozního prostředí(soli, kapaliny a plyny)
- nejčastěji oxidace kovu(oceli) v prostředí přehřáté páry a při jeho ohřevu
- u některých neželezných kovů zamezuje průnik koroze do hloubky materiálu tenká vrstva oxidů na povrchu( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
- probíhá v elektricky nevodivém prostředí

### Elektrolýza

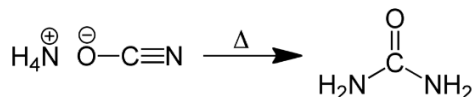
- elektrochemický děj při němž průchodem stejnosměrného proudu roztokem nebo taveninou elektrolytu dochází k látkovým změnám
- uskutečňuje se v zařízení – ELEKTROLYZÉR – obsahuje elektrolyt a 2 elektrody – zápornou KATODU a kladnou ANODU
- tavenina nebo roztok elektrolytu obsahuje volně pohyblivé ionty vykonávající neuspořádaný pohyb, které jsou schopné přenášet elektrický náboj, např. tavenina NaCl obsahuje ionty  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$
- schopnost iontů elektrolytu přenášet elektrický náboj se nazývá elektrolytická vodivost
- vložením katody a anody do elektrolytu a jejich připojením na zdroj napětí vzniká uvnitř elektrolytu elektrické pole
- kationty směřují ke katodě kde probíhá redukce:  $2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}^0$
- anionty směřují k anodě kde probíhá oxidace:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$
- slouží ke galvanickému pokovování, výrobě NaOH nebo chloru



# 14) Úvod do organické chemie

## Organická chemie

- = obor chemie, který se zabývá studiem vlastností, přípravou, výrobou a použitím organických sloučenin, včetně studia vnitřního uspořádání molekul (strukturou) a reakcí
- zabývá se sloučeninami uhlíku a jejich deriváty
- dlouho se myslelo, že tyto sloučeniny pocházejí pouze z přírody, v roce 1828 němec Wöhler připravil první organickou sloučeninu z anorganické (močovinu)



## Vlastnosti

- obvykle plyny nebo kapaliny
- podle hodnot  $t_f$  a  $t_v$  poznáme čistotu látek → obvykle nízké, nevedou el. proud
- kapaliny a pevné látky jsou většinou nerozpustné ve vodě, ale dobře rozpustné v org. rozpouštědlech (nebo jsou sami org. rozpouštědly), často jedovaté, některé i karcinogenní
- plyny jsou snadno zápalné se vzduchem

## Výskyt

- v přírodě se většinou nevyskytují čisté → výskyt například v ropě
- čisté látky získáváme krystalizací, destilací, extrakcí, chromatografií
- důkaz přítomnosti: přidá se burel jako katalyzátor, zahřejeme, uvolňuje se  $\text{CO}_2$ , zavedeme trubičku do roztoku vápenné vody → vznikne  $\text{CaCO}_3$  a voda, bezvodný síran pojme vodu a zmodrá

## Složení


- skládají se z C, H, O, N, P, S, ....
- složení zjišťujeme pomocí tzv. elementární analýzy
  - určité množství org. látky spálíme → z druhu a množství spalných produktů se vypočítá zastoupení prvků, ze kterých se látka skládá
- podmínkou správnosti analýzy je chemická čistota látky
- z výsledků lze vypočítat stechiometrický souhrnný vzorec

## Důvody existence uhlovodíků

- vysoká energie vazby C-C, z čehož plyne vysoká stabilita uhlíkatých řetězců
- elektronegativita C má střední hodnotu
- uhlíky v řetězcích nemají k dispozici volné el. páry ani volné orbitály

## Vazby ve sloučeninách

### a) druhy vazeb

- 1) kovalentní  polární - typické pro deriváty  
nepolární - typické pro uhlovodíky

### 2) jednoduché a násobné

- sigma - největší hustota elektronů na spojnici jader
- pi - největší hustota elektronů mimo spojnici jader

### b) vaznost

- počet kovalentních vazeb, kterými je atom ve sloučenině vázán
- souvisí s elektronovou konfigurací

**Konformace** – prostorová uspořádání molekul téže sloučeniny, která je umožněna vnitřní rotací molekul kolem jednoduchých vazeb

- zákrytová a nezákrytová, vidličková a vaničková

## Typy vzorců

- 1) stechiometrický (empirický) - udává poměr prvků
- 2) souhrnný (molekulový) - udává skutečný počet prvků
- 3) racionální (funkční) - znázorňuje charakteristické skupiny
- 4) strukturní - všechny vazby
- 5) strukturní elektronový
- 6) geometrický

## Klasifikace chemických reakcí

### A) dělení podle zániku původních vazeb

#### 1) homolytické reakce

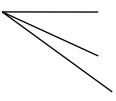
- symetrické štěpení vazeb
- vznikají radikály = částice s nepárovým elektronem, vysoce reaktivní

#### 2) heterolytické reakce

- nesymetrické štěpení vazeb, vznikají ionty
- málo časté používají se u začínání reakcí
- průběh reakce usnadňuje polární rozpad

### B) dělení podle charakteru přeměn na substrát

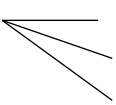
#### 1) substituce

- v průběhu reakce dochází k náhradě atomu jiným atomem
  - podle reakčního mechanismu 
- Sr - radikálové
  - Se - elektrofilní
  - Sn - nukleofilní

#### 2) eliminace

- z jedné látky vzniká více látek, vznikají násobné vazby

#### 3) adice

- opak eliminace, dochází k rušení násobných vazeb
  - ze dvou látek vzniká jedna
  - podle reakčního mechanismu 
- Ar - radikálové
  - Ae - elektrofilní
  - An - nukleofilní

#### 4) molekulový přesmyk

- dochází k posunu atomu v rámci jedné molekuly na jiné místo
- vznikají stabilnější látky

## Izomerie

= jev při kterém se sloučeniny se stejným souhrnným vzorcem liší prostorovým uspořádáním, typem vazby nebo pořadím v řetězci → izomery

- typické v organické chemii

A) konstituční = mění se způsob a pořadí v jakém jsou atomy spojeny

a) řetězové - liší se způsobem uspořádání řetězce

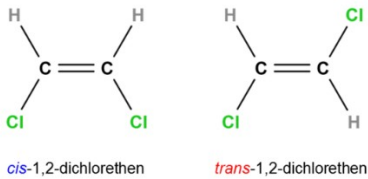
b) polohové - deriváty lišící se umístěním substituentu

c) skupinové - liší se funkční skupinou → jde o jiné sloučeniny

d) tautomery - liší se druhem dvojnásobné vazby a polohou jednoho vodíkového atomu

B) konformační = mění se prostorové uspořádání

a) geometrické (cis-trans) - liší se konfigurací ligandů na dvojných vazbách



b) optické antipody - jsou svými neztotožnitelnými zrcadlovými obrazy (jako pravá a levá ruka)

- nejdou převrátit z jednoho na druhý
- liší se optickým chováním vůči rovině polarizovaného světla
  - stáčí rovinu polarizovaného světla o stejný úhel ale v opačném směru
- jsou opticky aktivní → jedná se o optickou otáčivost, která je způsobena přítomností chirálního uhlíku (= uhlík na kterém jsou 4 různé ligandy)
- polarizované světlo = světlo, které kmitá pouze v jedné rovině
- racemická směs = směs dvou opt. antipodů s opačným směrem → jejich účinek se vyruší a směs je netečná, nestáčí se
- velikost otáčivých úhlů souvisí s koncentrací látky → využití v určování koncentrací

### Indukční efekt

- jde o posun sigma elektronů, u jednoduchých vazeb

- I efekt - na C je vázaná skupina, která má volné el. páry → dojde k snížení elektronové hustoty v řetězci
- vyvolávají ho sloučeniny s velkou elektronegativitou

+I efekt - malá elektronegativita

### Mezomerní efekt

- jde o posun pí elektronů
- uplatňuje se tam, kde je více dvojných vazeb
- typické pro areny, alkeny, alkyny,....

### Klasifikace uhlovodíků

A) dělení podle druhu kovalentních vazeb

- nasycené - mají pouze jednoduché sigma vazby
- nenasycené - alespoň jedna násobná vazba
- aromatické - obsahují benzenové jádro - delokalizované pí elektrony

B) dělení podle stavby uhlíkatého řetězce

- acyklické (nekuhové) - s přímým nebo rozvětveným řetězcem
- cyklické (kuhové) - monocyklické, polycyklické, areny

Deriváty uhlovodíků – jejich molekuly obsahují atomy jiných prvků

- halogenderiváty
- nitrosloúčeniny
- aminy
- hydroxysloúčeniny (alkoholy, fenoly)
- ethery
- karbonylové sloučeniny (aldehydy, ketony)
- karboxylové kyseliny
- deriváty karboxylových kyselin

## Základní suroviny organické chemie

- recentní – tvoří se v současnosti (dřevo, tkáň...)
- fosilní – vznikly chemickými přeměnami těl rostlin a živočichů (ropa, uhlí...)

### **Ropa**

- hnědá až černá olejovitá kapalina, směs alkanů, cykloalkanů, arenů
- zpracovává se frakční destilací, jejímž produkty jsou tyto frakce
  - a) uhlovodíkové plyny (propan, butan)
  - b) benzinová frakce
  - c) petrolejová frakce
  - d) plynový olej (motorová nafta)
  - e) destilační zbytek (mazut)

### **Zemní plyn**

- směs plynných uhlovodíků (methan) + oxid uhličitý, dusík, vodní pára
- palivo, výroba acetylenu
- výroba syntézního plynu

### **Uhlí**

- hořlavá hornina, směs vysokomolekulárních látek, kromě uhlíku obsahuje kyslík, dusík, síru a vodík
- druhy – lignit, hnědé uhlí, antracit (černé uhlí)
- slouží jako palivo, nebo se zpracovává karbonizací (zahřívání bez přístupu vzduchu)
- produkty karbonizace:
  - a) karbonizační plyn (svítiplyn)
  - b) dehet
  - c) koks

## 15) Nasycené uhlovodíky

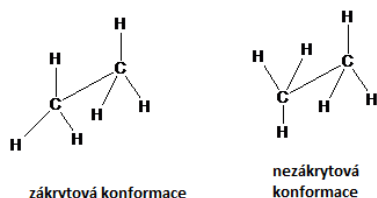
- uhlovodíky s jednoduchými vazbami
- homologické řady liší se o přírůstek  $\text{CH}_2$
- alkany  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
- cykloalkany  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$

### Fyzikální vlastnosti

- závisí na počtu uhlíků i na struktuře
- C1 - C4 = plyny, C5-C17 = kapaliny, C18+ = pevné látka
- s rostoucí molární hmotností roste teplota tání i varu
- rozvětvenost přímo úměrně snižuje teplotu tání a varu
- cykloalkany mají vysoké teploty tání a varu
- nerozpustné ve vodě, rozpustné v organických rozpouštědlech
- mají menší hustotu než voda
- hořlavé, plynné jsou se vzduchem výbušné
- první dva cykloalkany jsou rovinné molekuly

### Konformace

- různé prostorové uspořádání jedné sloučeniny, které vzniká vnitřní rotací kolem jednoduchých vazeb



### Výskyt

- zemní plyn, ropa, přírodní vosky

### Příprava

- katalytická hydrogenace nenasycených uhlovodíků
  - reakce alkenů a alkynů s  $\text{H}_2$
  - za určitých teplot, katalyzátorů, tlaků
- hydrogenace arenů
  - vznik cyklických uhlovodíků
- hydrogenace cyklických alkanů
  - vznikají alkany, ale jen u malých řetězců
- dekarboxylace karboxylových kyselin nebo jejich solí
  - odštěpí se  $\text{CO}_2$  z karboxylové skupiny

### Reakce

- málo reaktivní (parafín)
- chemické reakce probíhají na vazbách C-C i C-H (nepolární) → homolytické štěpení → vznikají radikály

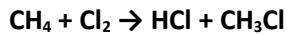
#### 1) radikálové substituce

- 3 části:

- a) Iniclace (zahájení)
  - tvorba radikálů
- b) Propagace (šíření)
  - vlastní reakce

c) Terminace (zakončení)

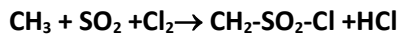
- zánik radikálů - ukončení reakce



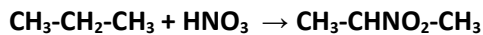
2) Halogenace



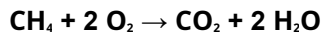
3) Sulfochlorace



4) Nitrace



5) Hoření



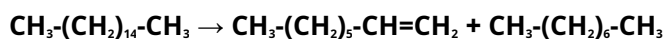
6) Dehydrogenace

- za přítomnosti katalyzátorů a vysokých teplot



7) Krakování (termolýza)

- technologický význam → používá se při zpracování ropy
- probíhá bez přístupu  $\text{O}_2$
- řetězec se rozpadá na dva stejně dlouhé řetězce → jeden alkan a jeden alken
- dva druhy
  - termické - při  $900^\circ$  stupních
  - katalytické - katalyzátor + vysoké teploty



Zástupci

1) Methan  $\text{CH}_4$

- bezbarvý plyn, jeho směs se vzduchem výbušná
- hlavní součást zemního plynu a bioplynu
- v přírodě vzniká rozpadem celulózy jako tzv. bahenní plyn
- používá se k výrobě syntézního plynu, vodíku, acetylenu, sazí

2) Ethan  $\text{C}_2\text{H}_6$

- slouží jako plynné palivo, vzniká katalytickou hydrogenací ethenu

3) Propan a butan  $\text{C}_3\text{H}_8$  a  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

- provází methan v zimním plynu
- používají se např. jako směs do vařičů

4) Cyklohexan  $\text{C}_6\text{H}_{12}$

- získává se z ropy
- používá se k výrobě plastů, jako rozpouštědlo

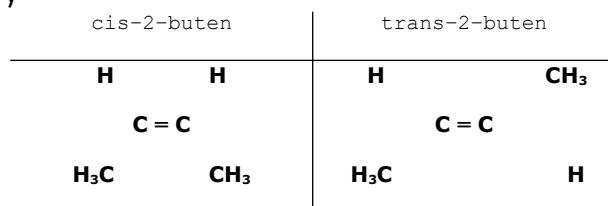
5) Cyklopropan  $\text{C}_3\text{H}_6$

- používá se v lékařství jako anestetikum

## 16) NENASYCENÉ UHLOVODÍKY

### A) ALKENY

- nenasycené uhlovodíky → mají násobnou vazbu (jedna dvojná)
- je kratší a pevnější než jednoduchá
- jedna vazba sigma a jedna pí
- vytváří geometrické izomery



- C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>

#### Fyzikální vlastnosti

- podobají se alkanům, ale mají nižší teploty varu
- skupenství závisí na počtu uhlíků
- C1 - C4 = plyny, C5-C19 = kapaliny, C20+ = pevné látka
- mnohem reaktivnější
- při reakci se většinou štěpí pí vazba

#### Výskyt

- ropa, přírodní kaučuky, terpenoidy

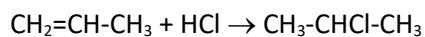
#### Příprava

- z alkylhalogenidů odštěpením halogenovodíku
- dehydratací alkoholů kyselinou sírovou
- zahříváním alkanů

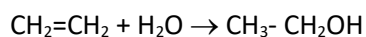
#### Reakce

- elektrofilní adice - má několik stupňů, radikálové adice, radikálové substituce
- Markovnikovo pravidlo - elektrofilní skupina + se váže na C s větším počtem vodíků

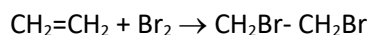
#### 1) Adice halogenvodíkových kyselin



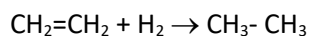
#### 2) Adice vody



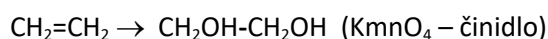
#### 3) Adice halogenů



#### 4) Hydrogenace

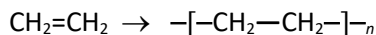


#### 5) Adice pomocí oxidačních činidel

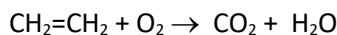




## 6) Polymerace



## 7) Hoření



## Zástupci

### 1) ethylen / ethen $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

- bezbarvý plyn, lehký, nasládlá vůně
- se vzduchem tvoří výbušnou směs
- dá se získat z ropy nebo zemního plynu
- jedna z nejdůležitějších surovin chemického průmyslu → výroba styrenu, ethanolu, vinylchloridu
- nejjednodušší rostlinný hormon → urychluje zrání ovoce, odbourává chlorofyl z listů → způsobuje opadávání listů

### 2) propylen / propen $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$

- získává se z ropy nebo zemního plynu
- využívá se na výrobu polypropylenu, acetonu a kumenu

### 3) buten $\text{C}_4\text{H}_8$

- má 4 izomery
- but-1-en a but-2-en tvoří cis a trans izomery → k výrobě syntetických kaučuků
- k výrobě leteckých benzínů

## B) ALKADIENY

- nocyklické uhlovodíky, které obsahují dvě dvojně vazby
- $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

### Vlastnosti podle umístění dvojných vazeb

#### a) Alkadieny s kumulovanými dvojnými vazbami

- málo stabilní
- přeměňují se na alkyny

#### b) Alkadieny s izolovanými dvojnými vazbami

- podobné chování a vlastnosti jako alkeny

#### c) Alkadieny s konjugovanými dvojnými vazbami

- nejzajímavější a nejdůležitější
- obsahují konjugovaný systém vazeb → vazby se navzájem ovlivňují
- probíhají jinými reakcemi a mají rozdílné chemické vlastnosti

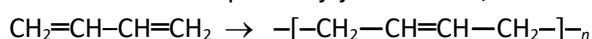
## Příprava

-dehydrogenace alkanů a alkenů

## Reakce

### 1) Polymerace

- vznikají polybutadieny → kaučuky - používají se na výrobu pneumatik, gum
- většinou probíhají jako adice 1;4



## Zástupci

### 1) 1,3-butadien $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

- plyn
- vyrábí se dehydrogenací uhlovodíků  $\text{C}_4$
- využití: na výrobu syntetického kaučuku  
podléhá polymeraci (stejně jako ostatní konjugované alkadieny) – výroba plastů

### 2) 2-methyl-1,3-butadien / izopren $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$

- plynná látka
- základ izoprenodů = přírodní polymery izoprenu - přírodní kaučuk (pryž, guma), ...
- elastické vlastnosti

## C) ALKYNY

- nenasycené uhlovodíky s jednou trojnou vazbou
- $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
- na trojnou vazbu probíhá většina reakcí
- trojná vazba se skládá z jedné vazby sigma a dvou pí

### Fyzikální vlastnosti

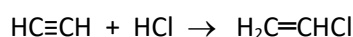
- podobají se alkanům, ale mají vyšší teploty tání a varu (jsou ovlivněny polohou trojné vazby)
- v přírodě se téměř nevyskytují (jen jejich soli)

### Příprava

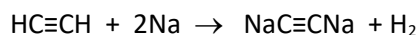
- dehydrogenací methanu
- z karbidu vápníku působením vody

### Reakce

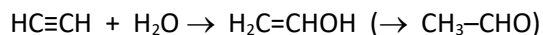
#### 1) Adice halogenvodíků



#### 2) Substituce s kovy



#### 3) Adice vody



- vinylalkohol a acetaldehyd - zvláštní formy konstitučních izomerů –

**tautomery**= konstituční izomery lišící se druhem dvojnou vazby a jedním vodíkovým atomem

- <u>nenasycený alkohol</u> (vinylalkohol) - <i>enolforma</i>	} ustavuje se mezi nimi rovnováha
- <u>aldehyd</u> (acetaldehyd) - <i>ketoforma</i>	

## Zástupci

### 1) Acetylen / ethyn $\text{CH}\equiv\text{CH}$

- bezbarvý plyn, bez zápachu
- se vzduchem tvoří výbušnou směs
- používá se při autogenním sváření (s kyslíkem vytváří speciální plamen)
- je průmyslovou surovinou pro výrobu mnoha organických sloučenin - acetaldehyd, vinylchlorid

## D) ARENY

- aromatické uhlovodíky, cyklické
- obsahují alespoň jeden aromatický kruh (benzenové jádro) = systém konjugovaných vazeb (delokalizované pí elektrony rovnoměrně rozložené po celém řetězci)
- stabilní, nejvyšší teplota tání a varu ze všech uhlovodíků
- čím složitější, tím vyšší teploty tání a varu (záleží i na tvaru)
- nerozpustné ve vodě, dobře rozpustné v org. rozpouštědlech
- některé jsou škodlivé a karcinogenní, hořlavé (jejich hořením vzniká méně CO<sub>2</sub>, spíše saze)
- charakteristický zápach
  - monocyklické
  - polycyklické -kondenzované
  - izolované

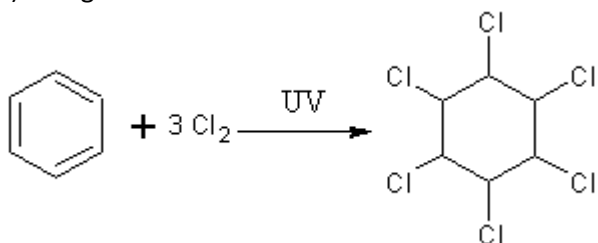
### Příprava

- Frakční destilací dehtu
- Trimerací acetyleny (\*benzen), tetramerací acetyleny (\*toluen)
- Dehydrogenací cyklických i nocyklických uhlovodíků

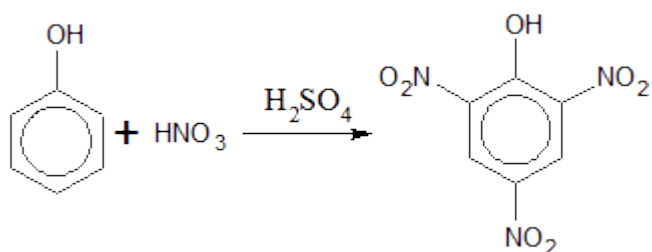
### Reakce

- elektrofilní substituce - začínají elektrofilním činidlem, mají specifický reakční mechanismus
- radikálové substituce
- substituenti prvního řádu - řídí do polohy ortho a para
  - halogeny, zbytky, OH skupina, NH<sub>2</sub> skupina
- substituenti druhého řádu - řídí do polohy meta
  - nitrilová skupina, COOH

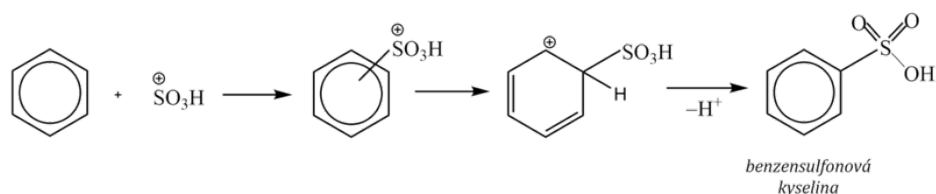
### 1) Halogenace



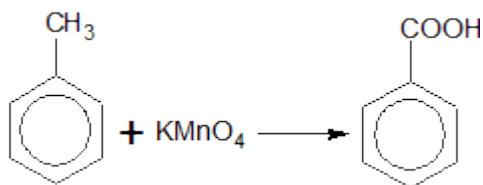
### 2) Nitrace



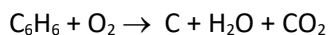
### 3) Sulfonace



#### 4) Oxidace pomocí oxidačních činidel

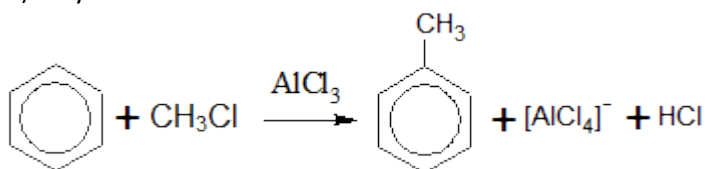


#### 5) Hoření



-uvolňují se saze

#### 6) Alkylace



#### Zástupci

##### 1) Benzen

- hořlavá těkavá karcinogenní kapalina
- má nízkou teplotu varu (80°)
- se vzduchem výbušný
- výborné nepolární rozpouštědlo
- vyrábí se z něj fenol, anilin, styren

##### 2) Toluen

- těkavá smradlavá kapalina
- výborné rozpouštědlo barev, slouží k výrobě kyseliny benzoové, TNT

##### 3) Xyleny

- kapaliny
- technická rozpouštědla a ředidla

##### 4) Styren / vinylbenzen

- k výrobě polystyrenu

##### 5) Naftalen

- pevná látka, která se získává z černouhelného dehtu
- vyrábí se z ní prostředky proti molům, barviva a kys. ftalová

# 17) HALOGENERIVÁTY, DUSÍKATÉ DERIVÁTY, ORGANOKOVOVÉ SLOUČENINY

## HALOGENERIVÁTY

- sloučeniny, které obsahují vazbu C-X
- vznikají náhradou vodíku halogenem
- nejdůležitější jsou chlorové deriváty
- velká reaktivní hmotnost (stoupá od plyných k pevným látkám)
- hustota a body varu jsou vyšší než u uhlovdíků (záleží na počtu halogenů)
- mnohé mají narkotické účinky, některé jsou slzotvorné nebo karcinogenní a jedovaté
- těžké, charakteristický zápach

## Chemické vlastnosti

- chemické vlastnosti určuje polarita vazby C-X, při reakcích tato vazba zaniká heterolyticky
- velmi málo rozpustné ve vodě, rozpustné v nepolárních rozpouštědlech
- jsou to dobrá rozpouštědla organických sloučenin
- reaktivní vůči nukleofilním činidlům
- při reakcích je ovlivňuje I-efekt

## Polarizovatelnost

- uplatňuje se při heterolytickém štěpení C-X
- = vychýlení elektronového páru z původní polohy účinkem el. náboje reagující částice
- ovlivňuje chemickou reaktivitu látek více než polarita
- polární charakter vazby C-X se přenáší i na sousední elektrony → dochází ke snižování elektronové hustoty i dále v řetězci → na dalších uhlících se vytvářejí také částečné náboje

## Příprava

- 1) substitucí z alkanů nebo arenů (reakcí s halogenem nebo halogenvodíkem) - radikálový mechanismus
- 2) adičními reakcemi alkenů, alkinů nebo alkadienů

## Využití

- rozpouštědla, ředidla, výroba polymerů

## Zástupci

- freony
  - obsahují alespoň dva různé halogeny z nichž alespoň jeden je fluor
  - dříve se používaly jako hnací plyny do ledniček nebo sprejů
  - freon 12
- DDT
  - dříve insekticidy, u nás zakázáno, protože se nedají v přírodě rozložit
  - účinkují proti malárii a spavé nemoci
- trichlormethan / chloroform **CH-Cl<sub>3</sub>**
  - těžká karcinogenní kapalina
  - dříve jako uspávací
  - charakteristický zápach
- tetrachlormethan **CCl<sub>4</sub>**
  - výborné rozpouštědlo
  - dříve hasící přístroje → velmi účinné, ale do ovzduší se dostávali velmi jedovaté látky
  - nyní se používají halonové hasící přístroje -
- vinylchlorid **CH<sub>2</sub>=CHCl**
  - výroba PVC měkčené - novoplast - podlahy
  - neměkčené - novodur - trubky

-2 – chlor, 1,3 – butadien / chlorpren  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CCl}=\text{CH}_2$

- kaučuky

- polytetrafluorethylen / teflon  $[-\text{F}_2\text{C}-\text{CF}_2-]_n$

- velmi chemicky a teplotně odolný (vaření, letecké součástky)

### ORGANOKOVOVÉ SLOUČENINY

- mají vazbu C-kov

- vazba je polární → na C je záporný náboj

- velmi reaktivní, většinou kapalné, rozpustné v nepolárních rozpouštědlech

- některé jsou samozápalné, citlivé na vlhkost, některé jedovaté

- některé se jako insekticidy nebo bojové chemické látky

- organohořečnaté sloučeniny (Grignardova činidla)

- nejdůležitější

- používají se v organické syntéze k vnášení uhlovodíkových zbytků do aldehydů a ketonů

- fenyilmagnesiumbromid

- organoolovnaté sloučeniny

- tetraethylolovo

- organociničité sloučeniny

- jako katalyzátory při polymeraci ethylenu a propylenu

### DUSÍKATÉ DERIVÁTY

- obsahují vazbu C-N

- nitroderiváty a aminy

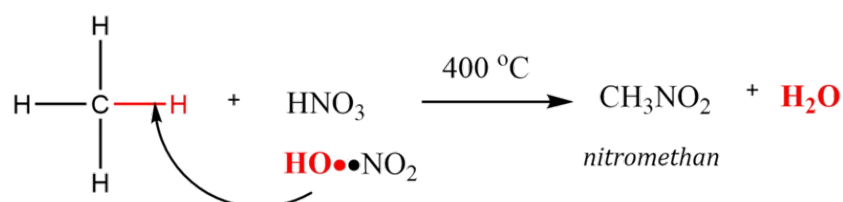
#### 1) nitroderiváty

- sloučeniny, které obsahují skupiny  $\text{NO}_2$  (jedny z nejpolarnějších sloučenin)

- nitroalkany a nitroareny (důležitější)

- vznikají nitrací pomocí  $\text{HNO}_3$

- při nitraci metanu vzniká jeden produkt, jinak směs



- při nitraci arenů ovlivňuje snadnost reakce substituent (orto a para ji urychlují, meta zpomaluje)

### Chemické reakce

- redukce

- účinkem kovů a kyselin nebo vodíkem s katalyzátorem

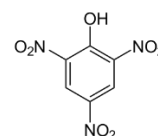
### Využití

- výplň granátů

- výroba aminů a výbušnin - TNT

### Zástupci

a) kyselina pikrová



- jedovatá, na výrobu anilinu, soli pikráty k výrobě výbušnin

#### b) nitráty

- NO<sub>2</sub> se váže přes kyslík
- rozpouštědla, ředidla
- nitroglycerin - součást dynamitu, lék na srdeční onemocnění

#### 2) Aminy

- odvozujeme od amoniaku náhradou vodíku uhlovodíkovými zbytky (alkyly nebo aryly)
- primární – nahrazují jeden atom vodíku
- sekundární – nahrazují dva atomy vodíku
- terciární – nahrazují tři atomy vodíku

#### Vlastnosti

- nejjednodušší jsou plyny (smrdí jako rybina nebo čpavek)
- složitější jsou kapaliny (dobře rozpustné ve vodě)
- nejsložitější jsou pevné látky (nerozpustné ve vodě, jedovaté i karcinogenní)
- tvoří vodíkové můstky
- čím je delší řetězec, tím rozpustnost klesá
- M+ efekt - volný pár je vtahován dovnitř, a tím je stabilizován
- základní vlastnosti určuje aminoskupina a volný elektronový pár na dusíku
- zásadité, sekundární jsou nejsilnější, terciární nejslabší
- u aromatických M+ efekt, jsou to slabší zásady

#### Příprava

- reakcí halogen derivátu s amoniakem
- reakcí alkoholu s amoniakem
- u aromatických redukcí nitrosloučenin

#### Využití

- barviva, léčiva
- azobarviva - syntetická barviva

#### Reakce

- amin s kyselinou
- diazotace = reakce aminu s NaNO<sub>2</sub> - vznik diazoniové soli
- kopulace = reakce diazoniové soli s aromatickým aminem nebo fenolem

#### Zástupci

- anilin
  - vysokovroucí jedovatá kapalina
  - k výrobě barviv a léčiv
- hexamethyldiamin
  - pevná látka
  - k výrobě polyamidu - nylonová vlákna
- 2-naftylamin
  - nejjedovatější, nejkarcinogenější
- azobenzen
- para-fenyldiamin
  - součást fotografických výbojek



## 18) HYDROXYDERIVÁTY, THIOLY, ETHERY

### HYDROXYDERIVÁTY

- patří mezi kyslíkaté deriváty uhlovodíků
- mají OH skupinu
- dělí se na alkoholy (alifatický řetězec) a fenoly (benzenové jádro)
- můžeme sem zařadit i sacharidy, steroidy apod.
- názvosloví: vžitě, dvousložkové, koncovka -ol

Rozdělení podle toho, na jaký typ uhlíku je vázána OH skupina

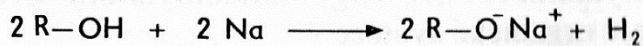
- neplatí pro fenoly
  - a) primární - OH skupina navázána na jeden uhlík
  - b) sekundární - OH skupina navázána na skupinu dvou uhlíků
  - c) terciární - OH skupina navázána na skupinu tří uhlíků

Rozdělení podle počtu OH skupin

- a) jednosytné
  - jedna OH skupina
  - ethanol, fenol
- b) dvojsytné
  - dvě OH skupiny
  - pokud jsou na jednom uhlíku, jsou nestabilní a rozpadají se
  - ethylenglykol
- c) trojsytné
  - 3 OH skupiny
  - glycerol

### Vlastnosti

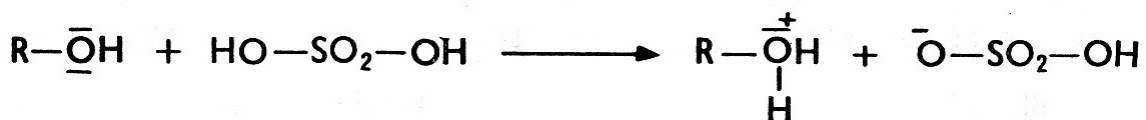
- ovlivňuje je OH skupina a její počet
- nejnižší alkoholy jsou kapaliny příjemné vůně, neomezeně mísitelné s vodou
- vyšší alkoholy jsou krystalické látky ve vodě prakticky nerozpustné
- fenoly jsou bezbarvé kapaliny nebo krystalické látky charakteristického zápachu, málo rozpustné ve vodě
- tvoří vodíkové můstky, vazba OH je polární
- amfoterní látky - budou se chovat kyselé – odštěpení protonu vodíku z OH ve vodě, aj. či reakcí se zásadou → vznik alkoholátů – soli alkoholů – jsou schopni přijmout vodík díky volnému el. páru na kyslíku / zásaditě reakcí s kyselinami → vznik alkyloxonium solí (oxoniové soli) – snadno se hydrolyzují ve vodě
- alkoholáty / alkokidy – vznikají reakcí alkoholu se silnou zásadou (reakce s alkalickým kovem) ... jejich účinnou složkou, která jim udává vlastnosti stejné jako mají zásady, je: R-O<sup>-</sup>



alkohol

alkoholát sodný

- oxoniové soli / alkyloxoniumsoli – vznikají reakcí alkoholů se silnými anorganickými kyselinami, v nadbytku vody jsou schopny hydrolyzovat, nelze je získat v pevném skupenství, neboť se rozkládají zpět na alkohol a kyselinu



alkohol

alkyloxoniumhydrogensulfát

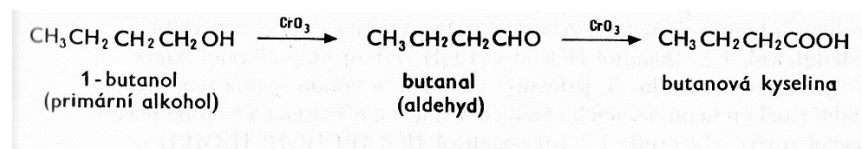


## Příprava

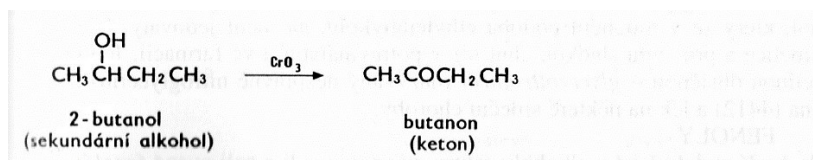
- hydratací alkenů
- oxidací alkenů (vznikají dvojsytné alkoholy)
- oxidací arenů
- alkoholovým kvašením cukrů

## Reakce

- oxidace alkoholů
  - totéž jako dehydrogenace
  - a) primárních
    - v prvním kroku vznikají aldehydy, v druhém karboxylové kyseliny

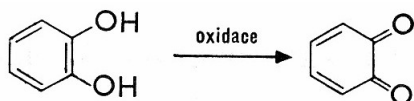


- b) sekundárních
  - vznik ketonů



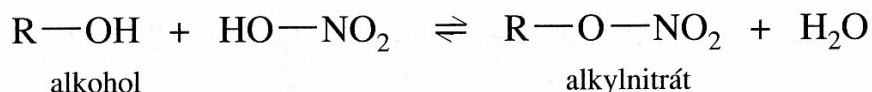
- c) terciárních
  - mohly by probíhat pouze za velmi obtížných podmínek

- oxidace fenolů
  - musí mít dvě OH skupiny v poloze ortho nebo para
  - vznikají chinony

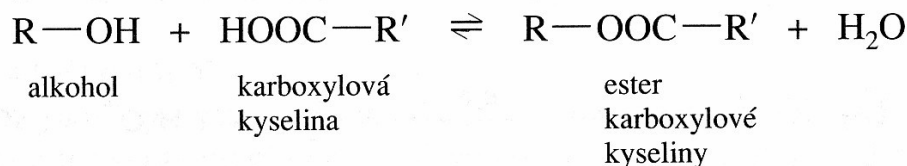


1,2-benzendiol (pyrokatechol)      1,2-benzochinon (o-benzochinon)

- dehydratace



- esterifikace
  - reakce alkoholu s karboxylovou kyselinou



## Zástupci

### - methanol **CH<sub>3</sub>OH**

- bezbarvá, prudce jedovatá kapalina (způsobuje oslepnutí nebo smrt)
- nízká teplota varu 65°
- vyrábí se hydrogenací CO
- využívá se jako rozpouštědlo, palivo, k výrobě formaldehydu

### - ethanol **CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH**

- líh
- vzniká hydratací ethylenu
- využívá se v potravinářství, v lékařství (desinfekce, léčiva), jako rozpouštědlo, k výrobě butadienu, acetaldehydu

### - etylenglykol **CH<sub>2</sub>OH- CH<sub>2</sub>OH**

- dvojsytný alkohol, hustší olejovitá kapalina s nasládlou chutí
- jedovatý
- na výrobu plastů (polyester, polyuretan-molitan)
- nemrznoucí směs do auta - fridex

### - glycerol **CH<sub>2</sub>OH- CHOH- CH<sub>2</sub>OH**

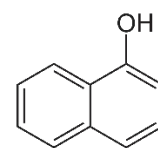
- propantriol, glycerin
- trojsytný alkohol, jedovatý
- hustší bezbarvá kapalina připomínající olej
- nasládlá chuť, neomezeně mísitelný s vodou
- v kosmetice k výrobě plastů (celofán), nitroglycerin (výbušnina), lék na srdeční choroby

### - fenol



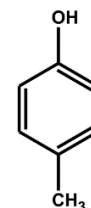
- pevná krystalická látka, jedovatá, leptá pokožku
- získává se z černouhelného dehtu
- jeho 2% vodný roztok = karbolová voda - desinfekce
- k výrobě plastů (bakelit), léčiv, barviv, pesticidů, lepidel, výbušnin
- trinitrofenol = kyselina pikrová
- dvojsytné fenoly - k výrobě fotografií

### - naftol



- bezbarvá krystalická pevná látka
- k výrobě barviv a v organické syntéze
- snižuje hladinu testosteronu

### - kresol



- obsažen v černouhelném dehtu
- směs trikresol se používá k impregnaci dřeva a jako antiseptikum

## THIOLY

- deriváty hydroxysloučenin
- místo kyslíku síra
- smrdí (je to např. součást sekretu tchoře)
- k odorizaci zemního plynu
- reakcí dvou thiolů

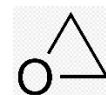
## ETHERY

- charakteristická vůně, těkavé, hořlavé
- nižší  $T_v$  než u alkoholů, nevytváří vodíkové můstky
- rozpustné ve vodě
- polární rozpouštědla, anestetika, anizol k výrobě voňavek

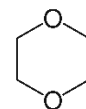
### Zástupci

-diethylether **CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>- O - CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>**

- těkavá hořlavá kapalina, se vzduchem výbušná
  - teplota varu 35°
  - ve vodě se rozpouští omezeně, výborné rozpouštědlo, narkotické účinky
- ethylenoxid



- karcinogenní plyn
  - výroba glykolu (nemrzoucí směs)
- dioxan



- jedovaté rozpouštědlo

# 19) KARBONYLOVÉ SLOUČENINY, ISOPRENOIDY, TERPENOIDY, STEROIDY, ALKALOIDY

## KARBONYLOVÉ SLOUČENINY

- obsahují karbonylovou skupinu (kyslík navázaný dvojnou vazbou)

- dělí se na aldehydy (uhlík karbonylové skupiny je navázaný na jeden uhlovodíkový zbytek) a ketony (uhlík karbonylové skupiny je navázán na dva uhlovodíkové zbytky)

- názvosloví: aldehydy mají koncovku -al, ketony mají koncovku -on

### Vlastnosti

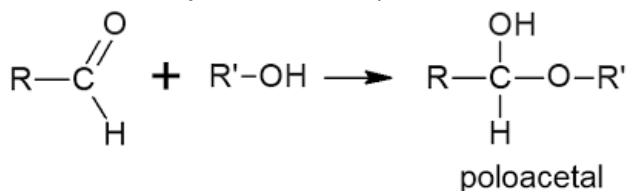
- většinou kapaliny, nejsložitější mohou být i pevné látky, formaldehyd je plyn
- teploty varu jsou vyšší než u uhlovodíků, nižší než u alkoholů (nemají vodíkové můstky)
- dobře rozpustné ve vodě, rozpustnost klesá se zvyšujícím se M
- příjemná vůně, nižší spíš smrdí, jsou součástí silic
- o vlastnostech rozhoduje skupina C=O
- reaktivní

### Příprava

- ketony - oxidací sekundárních alkoholů
- aldehydy - oxidací primárních alkoholů

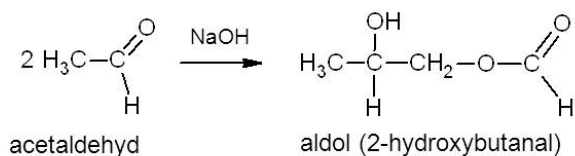
### Reakce

- karbonylová sloučenina s alkoholem
  - reakcí dvou alkoholů vzniká acetal
  - reakcí jednoho vzniká poloacetal



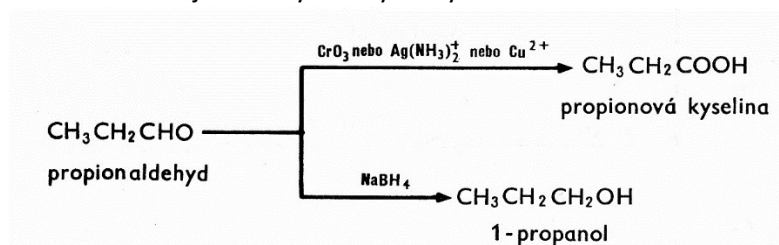
- aldolová kondenzace

- vznikají aldoly = sloučeniny, které obsahují aldehydovou i karboxylovou skupinu
- reakce dvou aldehydů



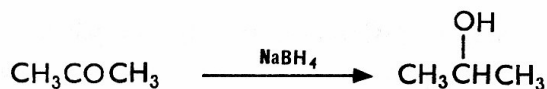
- oxidace

- ketony běžně nepodléhají oxidaci (pouze za velmi složitých podmínek a látky se pak rozpadají)
- vznikají karboxylové kyseliny



- redukce

- zpětně vznikají alkoholy (redukcí aldehydů primární, redukcí ketonů sekundární)



aceton

2-propanol

- iodoformová reakce

- reakce jódu v zásaditém prostředí

- důkaz ethanolu

### Zástupci

- formaldehyd **HCOH**

- plyn štiplavého zápachu

- dobře rozpustný ve vodě

- vyrábí se oxidací methanolu

- na výrobu plastů (formaldehydové pryskyřice = fenoplasty - bakelit, tmavý)

- jeho 40% vodný roztok = formalín - desinfekční účinky, uchovávání orgánů a preparátů (konzervace)

- acetaldehyd **CH<sub>3</sub>CHO**

- bezbarvá těkavá kapalina se štiplavým zápachem

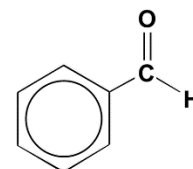
- dobře rozpustný ve vodě

- vyrábí se adicí vody s acetylenem

- na výrobu parfémů, léčiv, kyseliny octové

- polymerací vzniká trimer (sedativa), tetramer (metaldehyd = tuhý líh)

- benzaldehyd



- voní po hořkých mandlích

- kapalina v semenech mandloní, broskvoní, meruněk,...

- špatně rozpustný ve vodě

- k výrobě barviv a léčiv

- vzniká oxidací toluenu

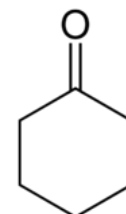
- aceton **CH<sub>3</sub>CO CH<sub>3</sub>**

- těkavá kapalina, neomezeně mísitelná s vodou

- se vzduchem tvoří výbušnou směs

- toxický

- cyklohexanon



- vzniká oxidací cyklohexanolu

- k výrobě kyseliny adipové a kaprolaktamu

## IZOPRENOIDY

- velmi pestrá skupina látek, jsou to přírodní látky vznikající v rostlinných a živočišných organismech
- jejich základní složkou je izopren (tyto jednotky se mohou spojovat do různě dlouhých řetězců)
- rozlišujeme dvě základní skupiny - terpenoidy a steroidy

### 1) Terpenoidy

- přírodní sloučeniny obsažené hlavně v rostlinách
- patří mezi sekundární metabolity tvořící se v organismu odbouráváním některých látek

monoterpeny (2 jednotky, 10 uhlíkových atomů)

seskviterpeny (3 jednotky, 15 uhlíkových atomů)

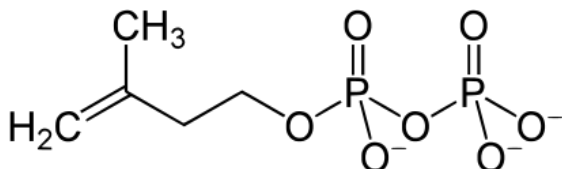
diterpeny (4 jednotky, 20 uhlíkových atomů)

triterpeny (6 jednotek, 30 uhlíkových atomů)

tetraterpeny (8 jednotek, 40 uhlíkových atomů)

polyterpeny (velký počet jednotek)

- mají lipofilní charakter (rozpuštěné v tucích, nerozpuštěné ve vodě)
- z chemického hlediska jde o uhlovodíky nebo jejich dusíkaté deriváty (alkoholy, ketony, aldehydy, karbox. kyseliny)
- mohou být cyklické i acyklické
- skládají se z různého počtu izoprenových jednotek

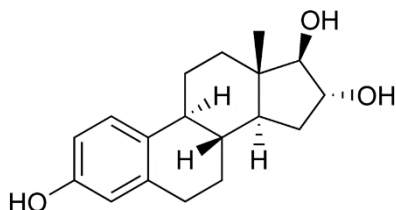


### Zástupci

- monoterpeny
  - těkavé vonné látky obsažené v silicích, pro svou příjemnou vůni využívané k výrobě parfémů
  - menthol - součástí silice máty peprné
  - myrcen - obsažen ve vavříkové silici
  - geraniol - byl izolován z růžového oleje
  - citral - součást citronové silice
  - limonen - obsažen v citronové a pomerančové silici
  - kafr - obsažen v dřevě kafrovníku, uplatňuje se v lékařství a k výrobě umělých hmot (terpentýn)
- seskviterpeny
  - součást éterických olejů, nacházejí se v řadě rostlin
  - farnesol - obsažený v různých silicích
  - humulen - součást chmelové silice
  - kyselina abscisová - přítomna v rostlinných tkáních, způsobuje stárnutí a opadávání listů
- diterpeny
  - fytol - je ve formě esteru součástí molekuly chlorofylu
  - vitamin A
- triterpeny
  - skvalen a lanosterol - meziproduct metabolismu steroidů
- tetraterpeny
  - karotenoidy - přírodní barviva (žluté, oranžové až červené)
    - β-karoten, provitamin vitaminu A, lykopen (červené barvivo rajčat)
- polyterpeny
  - kaučuk - nejvýznamnější je elastický přírodní, používá se v gumárenském průmyslu
  - gutaperča - izomere kaučuku, není elastická, získává se z tropických stromů, v elektrotechnice jako izolátor

## 2) Steroidy

- přírodní fyziologicky účinné látky rostlinného i živočišného původu
  - patří sem steroly, žlučové kyseliny, steroidní hormony, steroidní glykosidy
- základní jednotkou je steran



### Zástupci

#### - *steroly*

##### - *zoosteroly*

- živočišný původ
- nejvýznamnější je cholesterol - vyskytuje se volně i v podobě esteru ve všech tkáních
  - je součástí všech buněčných membrán
  - výchozí látka pro syntézu steroidních hormonů a žlučových kyselin

##### - *fytoosteroly*

- rostlinný původ
- ergosterol je přítomný v kvasnicích a jeho UV ozáření vzniká vitamin D2

#### - *žlučové kyseliny*

- vznikají v játrech z cholesterolu
- ve formě solí jsou součástí žluči a slouží jako emulgátory tuku usnadňující jeho vstřebávání ve střevě
- v lidské žluči je nejvíce zastoupena kyselina cholová

#### - *steroidní hormony*

##### - pohlavní hormony

- produkované pohlavními žlázami za stimulace hormonů hypofýzy
- kontrolují pohlavní pochody a vznik sekundárních pohlavních znaků
- estrogeny - ženské pohlavní hormony vylučované vaječníky, řídí menstruační cyklus a vývoj sekundárních pohlavních znaků (estradiol)
- gestageny - ženské pohlavní hormony vylučované žlutým tělískem, připravují děložní sliznici pro zachycení oplodněného vajíčka a řídí těhotenství (progesteron)
- testosteron - mužský pohlavní hormon, ovlivňuje vývoj mužských pohlavních orgánů a vývoj sekundárních pohlavních znaků

##### - hormony kůry nadledvinek

- glukokortikoidy - nejvýznamnější je kortizol - podílí se na řízení metabolismu všech živin
- mineralokortikoidy - nejvýznamnější je aldosteron - ovlivňuje metabolismus sodíku

#### - *steroidní glykosidy*

- obsahují glykosidicky vázaný cukerný zbytek
- významné jsou tzv. srdeční glykosidy ovlivňující srdeční činnost (např. digitoxin)

## ALKALOIDY

- sekundární metabolity rostlinného původu obsahující dusík
- nevyskytují se volně, ale ve formě solí organických kyselin
- často vykazují fyziologické účinky na živočišné organismy, ovlivňují činnost nervové soustavy
- využívají se v lékařství nebo se zneužívají jako drogy
- složení je různorodé, ale všechny obsahují dusíkatý heterocyklus

- vyskytují se především v rostlinách čeledi mákovité, liliovité, lilkovité nebo pryskyřníkovité

### Vlastnosti

- mají slabě zásaditý charakter
- většinou jsou prudce jedovaté
- některé mají v malých množstvích povzbudivý účinek
- mnoho z nich má narkotický účinek a opakované užití může vést k závislosti (jde o návykové látky)

### Zástupci

#### - *opiové alkaloidy*

- jejich směs se získává v surové formě jako opium (=šťáva z nezralých makovic)
- papaverin
  - využívá se v lékařství jako spasmolytikum k uvolnění v křečích
- morfin
  - slouží k tišení velkých bolestí, je návykový, způsobuje zúžení zornic
  - jeho derivátem (diacetát) je návyková polosyntetická látka heroin, má silnější účinky než morfin
- kodein
  - používá se k tlumení kašle, je návykový
  - připravuje se methylováním morfinu

#### - *tropanové alkaloidy*

- kokain
  - získává se z kokového keře, má anestetický účinky, působí rychlé znecitlivění
  - zvyšuje výkon, má krátkodobý účinek
- atropin
  - obsažen v rulíku zlomocném, užívá se k tišení bolesti a v očním lékařství (rozšiřuje zornice)
- skopolamin
  - má obdobné účinky jako atropin

#### - *námelové alkaloidy*

- námel
  - produkt paličkovice nachové
  - obsahuje množství alkaloidů, jejichž strukturním základem je kyselina lysergová:
    - ergometrin - nejjednodušší zástupce, amid kyseliny lysergové
    - ergotamin - užívá se při léčbě migrény, dihydrognderivát kyseliny lysergové
    - LSD - halucinogenní droga, diethylamid kyseliny lysergové

#### - další zástupci

- nikotin
  - obsažený v listech tabáku, nejrozšířenější návyková droga
  - má negativní vliv na žaludeční sliznici, krevní oběh a jiné orgány
- kofein
  - obsažený v kávových bobech a čajových listech
  - krátkodobě povzbuzuje organismus, používá se v lékařství a do nápojů
- chinin
  - obsažený v kůře chinovníku, velmi hořký
  - lék proti malárii, přidává se do nápojů
- reserpin
  - získává se z tropických rostlin, používá se v lékařství proti vysokému krevnímu tlaku



## 20) KARBOXYLOVÉ KYSELINY A JEJICH DERIVÁTY

### KARBOXYLOVÉ KYSELINY

- obsahují karboxylovou skupinu  $-\text{COOH}$
- skupina je polární
- názvosloví: koncovka  $-\text{ová}$  nebo vžitě názvy
- podle počtu karboxylových skupin se dělí na jednosytné a vícesytné
- podle typu zbytku je dělíme na nasycené, nenasycené, aromatické

#### Jednosytné (jedna karboxylová skupina)

##### a) nasycené (pouze jednoduchá vazba)

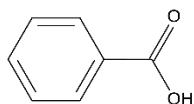
- mravenčí  **$\text{HCOOH}$**
- octová  **$\text{CH}_3\text{COOH}$**
- propionová  **$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$**
- máselná  **$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$**
- valerová  **$\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$**
- palmitová  **$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$**
- stearová  **$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$**

##### b) nenasycené (obsahuje násobné vazby)

- akrylová  **$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$**
- olejová  **$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_7 \text{CH} = \text{CH} (\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$**

##### c) aromatické (obsahuje benzenové jádro)

- benzoová

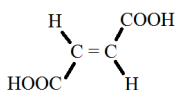


#### Vícesytné

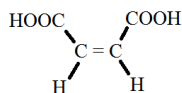
##### a) nasycené

- šťavelová  **$\text{COOH} - \text{COOH}$**
- malonová  **$\text{COOH} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$**
- jantarová  **$\text{COOH} - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$**
- glutarová  **$\text{COOH} - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$**
- adipová  **$\text{COOH} - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$**

##### b) nenasycené

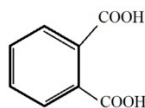


- fumarová

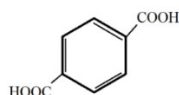


- maleinová

##### c) aromatické



- ftalová



- tereftalová

### Fyzikální vlastnosti

- kapaliny a pevné látky
- nižší jsou dobře rozpustné ve vodě a s ní mísitelné (čím delší řetězec, tím méně rozpustné)
- mají vodíkové můstky
- nižší velmi smrdí
- v přírodě jsou rozšířeny hlavně jejich deriváty
- podílí se na biochemických dějích v živých soustavách (metabolismus)

### Chemické vlastnosti

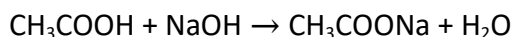
- určuje je skupina - COOH (má kyselé vlastnosti, odštěpuje proton H<sup>+</sup>)
- slabé kyseliny
- lze je ovlivňovat: uhlovodíkovými zbytky, délkou řetězce (čím delší, tím je kyselina slabší)  
substituenty (halogeny zvyšují sílu kyseliny) - jejich počtem, vzdáleností od skupiny COOH (čím blíže, tím je silnější)  
násobné vazby (M efekt) a benzenová jádra (I efekt) zvyšují sílu kyseliny
- reakce probíhají na COOH

### Příprava

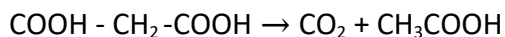
- oxidací alkanů (získáváme je postupně, vznikají odpadní produkty)
- oxidací alkenů (získá se ve formě solí)
- oxidací arenů nebo jejich postranního řetězce
- oxidací primárních alkoholů nebo aldehydů

### Reakce

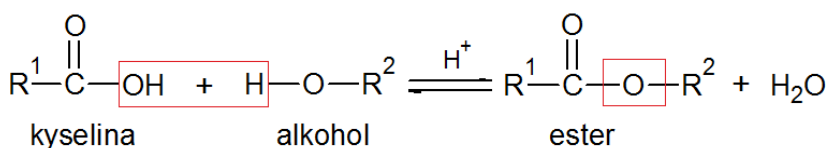
- neutralizace
  - reakce kyseliny se zásadou, vznikají soli



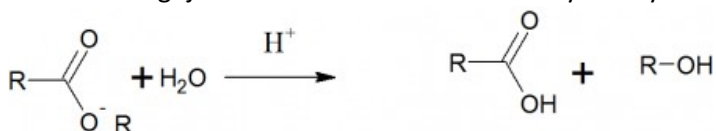
- dekarboxylace
  - odštěpení CO<sub>2</sub>



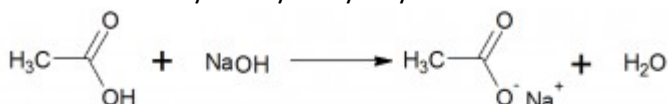
- esterifikace
  - reakce karboxylové kyseliny s alkoholem
  - vzniká ester a voda



- kyselá hydrolýza
  - opak esterifikace
  - reaguje ester s vodou a vzniká karboxylová kyselina



- zásaditá hydrolýza (zmýdelnění)
  - reakce karboxylové kyseliny s hydroxidem



## Zástupci

### a) kyselina mravenčí

- lepkavá, bezbarvá, ostře páchnoucí, leptavá kapalina
- redukční schopnosti
- vyrábí se oxidací methanolu
- v přírodě: mravenci, vosy, kopřivy
- jako desinfekce, ke konzervaci potravin, barvení látek, zpracování kůží
- její estery jako vonné esence

### b) kyselina octová

- kapalina s pronikavým, štiplavým zápachem
- koncentrovaná je velmi jedovatá, leptavá, o něco slabší než mravenčí, u nás se prodává její 8% roztok
- vyrábí se kvasnou cestou oxidací ethanolu (octové kvašení) nebo oxidací aldehydu
- na výrobu acetátového hedvábí, léčiva (acylpyrin)
- její estery jako vonné esence
- její soli: octan hlinitý (obklady na otoky), octan chromitý (na barvení tkanin)

### c) kyselina máselná

- hustší kapalina se silným zápachem
- obsažena v potu
- ve formě společně s glycerolem je obsažena ve všech tucích a rostlinných olejích
- její hydrolýzou vznikají mýdla
- žluknutí másla: v másele je v podobě esterů, při žluknutí se uvolní kyselina, která vydává silný zápach

### d) kyselina šťavelová

- pevná krystalická látka, jedovatá
- ve vodě dobře rozpustná
- vyskytuje se v některých rostlinách ve formě solí (šťovík, špenát)
- používá se v analytické chemii nebo jako mořidlo

### e) kyselina adipová

- k výrobě nylonu

### f) kyselina benzoová

- bílá až bezbarvá pevná krystalická látka
- vyrábí se oxidací toluenu
- má konzervační a antioxidační účinky

### g) kyselina ftalová

- pevná látka
- vyrábí se oxidací naftalenu nebo ortoxyleny
- na výrobu syntetických pryskyřic a jiných plastů
- jako změkčovač PVC

### h) kyselina tereftalová

- vyrábí se oxidací paraxylenu
- na výrobu syntetických polyesterových vláken

## FUNKČNÍ DERIVÁTY

- *soli karboxylových kyselin*
- připravují se: reakcí karboxylové kyseliny s hydroxidem (neutralizace)  
reakcí kovu s kyselinou  
zásaditou hydrolýzou (zmýdelnění)
- používají se na obklady, jako konzervační prostředky, mýdla, katalyzátory v organické chemii
- *halogenidy*
- největší význam mají chloridy
- ostře zapáchají, reaktivní
- nižší teplota tání a varu než karboxylové kyseliny
- využívají se k vnášení uhlovodíkových zbytků do organických látek
- příprava je složitá - reakcemi z karboxylových kyselin nebo solí

- reakcí halogenidu s vodou vzniká alkohol
- reakcí halogenidu s alkoholem vzniká ester
- reakcí s amoniakem vznikají amidy

- *amidy*

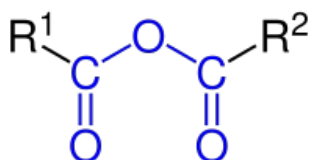
- jsou to kapaliny nebo pevné látky
- připravují se: reakcí karboxylové kyseliny s amoniakem  
reakcí funkčních derivátů s amoniakem

- *nitrily*

- nejsou to klasické deriváty
- obsahují vazbu  $R-C \equiv N$
- jedovaté kapaliny nebo pevné látky

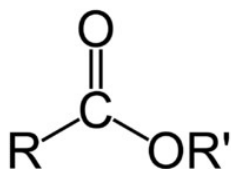
- *anhydridy*

- ostře páchnoucí kapaliny nebo pevné látky
- jako acilační činidlo (k vnášení acylových skupin - zbytky karboxylových kyselin)
- příprava: reakcí dvou karboxylových kyselin (kondenzací) nebo reakcí halogenidu se solí
- jeho reakcí s hydroxidem vzniká sůl
- jeho reakcí s alkoholem vzniká ester



- *estery*

- přírodní látky, které se v přírodě vyskytují v mnoha různých podobách
- rostlinný i živočišný původ, součást tuků a olejů
- většinou příjemně vonící
- převážně kapaliny nerozpustné ve vodě
- Tv jsou nižší protože nevytváří vodíkové můstky
- v potravinářství se využívají jako vonné esence - např. rumová esence je etylester kyseliny mravenčí
- připravují se esterifikací = reakce alkoholu a karboxylové kyseliny
- primární alkoholy tvoří estery snadněji než sekundární
- terciární alkoholy se nedají připravit touto reakcí, místo kyselin se musí používat chloridy
- snadno podléhají kyselá a zásaditá hydrolýze
- zásaditá hydrolýza je průmyslově nejdůležitější, říká se jí zmýdelnění protože se používá k výrobě mýdel
  - mýdlo = Na nebo K sůl vyšší mastné kyseliny



## SUBSTITUČNÍ DERIVÁTY

- *halogenkyseliny*

- jsou silnější než běžné karboxylové kyseliny
- nejsilnější jsou  $\alpha$ , čím více halogenů, tím jsou silnější, F nejsilnější
- jedovaté, leptaří pokožku (fluorové jsou jedovaté jen s lichým počtem uhlíků)
- používají se k výrobě jiných substituovaných kyselin
- příprava: - přímou reakcí halogenů s karboxylovou kyselinou
  - reakcí halogenvodíků s nenasycenou karboxylovou kyselinou
  - aromatické - reakcí aromatické karboxylové kyseliny s halogenem
- kyselina chloroctová  $CH_2ClCOOH$  – leptaivé účinky, využití v organické syntéze

- kyselina trichloroctová **C Cl COOH** – jedna z nejsilnějších kyselin, hubení plevele

- *aminokyseliny*

- nejdůležitější jsou  $\alpha$  - součástí všech bílkovin

- krystalické pevné bílé látky

- amfoterní, vysoká Tt, dobře rozpustné ve vodě

- příprava: - reakcí halogenkyseliny s amoniakem

- reakcí nenasycené karboxylové kyseliny s amoniakem

- aromatické - redukcí nitroderivátů

- iontová a neiontová forma

= vnitřní sůl = amfoterní iont = amfiont

- v této hodnotě jsou kyseliny při určité hodnotě Ph - izoelektrický bod

- izoelektrický bod - charakteristická vlastnost každé AK a každá má jinou hodnotu

- při této hodnotě je AK nejméně rozpustná ve vodě

- *hydroxykyseliny*

- obsahují alespoň jednu hydroxylovou skupinu

- příprava: hydrolýzou sodných solí  $\alpha$  halogenkyselin

- krystalické látky, dobře rozpustné ve vodě

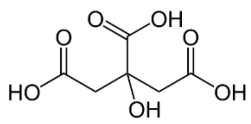
- OH skupina způsobuje I efekt

- kyselina mléčná **CH<sub>3</sub>CHOH COOH** - vzniká kvašením cukrů, přítomná v kvasných výrobcích a svaalech

- kyselina jablečná **COOH CHOH CH<sub>2</sub>COOH** - v nezralém ovoci

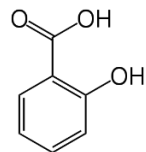
- kyselina vinná **COOH CHOH CHOH COOH** - v ovoci

- kyselina citronová



- součást Krebsova cyklu, meziprodukt metabolismu živin, konzervační látka

- kyselina salicylová



- v lékařství - bolest, horečky, záněty

- *oxokyseliny*

- vznikají metabolismem cukrů

- nejdůležitější jsou  $\beta$

- dělí se na aldehydokyseliny a ketokyseliny

- kyselina acetoctová **CH<sub>3</sub>CO CH<sub>2</sub>COOH** - meziprodukt metabolismu tuků

- kyselina pyrohroznová **CH<sub>3</sub>CO COOH** - produkt glykolýzy

## 21) Lipidy a jejich metabolismus

- látky rostlinného, živočišného i mikrobiálního původu
- jsou to estery vyšších mastných kyselin a alkoholů
- přírodní organické sloučeniny, nerozpustné ve vodě
- součástí buněčných membrán, nervových částí, tepelná izolace organismů, zdroj energie, chrání některé orgány
- ukládají se do tukových tkání jako zásobní látka, mají hydrofobní charakter
- mezi živočišné tuky patří například sádlo, lůj (hovězí tuk), máslo (mléčný tuk), rybí tuk
- vytváří v těle prostředí, ve kterém se rozpouští některé důležité látky - vitaminy, hormony, léčiva, barviva
- podle alkoholu se dělí na jednoduché (vyšší jednosytné - např. glycerol) a složité (mají ještě jiné složky - např.  $H_3PO_4$ )
  - oboje mají mastné kyseliny se sudým počtem uhlíků, většinou nevětvený řetězec
  - mohou být nasycené i nenasycené

### Funkce

- zdroj a zásoba energie
  - energeticky nejbohatší potrava - jejich oxidací (odbouráváním) se uvolní přibližně 2,5× více energie než oxidací sacharidů
  - pohotový zdroj energie – jaterní tuk - biologický poločas rozpadu: 1–2 dny
  - přebytečné množství se ukládá v některých tkáních = depotní tuk - zásobárna energie
- stavební funkce
  - součást biomembrán
  - nezbytné pro přenos nervových vzruchů - nervová tkáň obsahuje až 40% lipidů
- ochranná funkce
  - obalují některé orgány (např. ledviny) - ochrana před mechanickým poškozením
- tepelná izolace - podkožní tuk
- rozpouštědlo některých fyziologicky důležitých látek - vitamíny rozpustné v tucích (A, E, D, K) = lipofilní vitamíny

### JEDNODUCHÉ LIPIDY

- obsahují zbytek alkoholu a kyseliny (acyl) a nemají žádnou jinou složku
- podle alkoholu je rozdělujeme na acylglyceroly (glycerol) a vosky (vyšší jednosytné alkoholy)

#### *- acylglyceroly*

- tuky (převážně nasycené) nebo oleje (převážně nenasycené)
- podle esterifikovaných OH skupin je dělíme na monoacylglyceroly, diacylglyceroly, triacylglyceroly
- obsahují glycerol, který může mít esterifikovány až tři OH skupiny
- pokud jsou acyly z jedné kyseliny, jsou jednoduché
- pokud jsou acyly z více kyselin, jsou smíšené
- v přírodě se vyskytují většinou smíšené
- pokud obsahují převážně nasycené, jsou to pevné tuky
- pokud obsahují větší podíl nenasycených, jsou to kapalné oleje
- nenasycené se řadí mezi esenciální (nepostradatelné) - musíme je přijímat z potravy
- čím více je v olejích dvojných vazeb, tím jsou hodnotnější a biologicky významnější

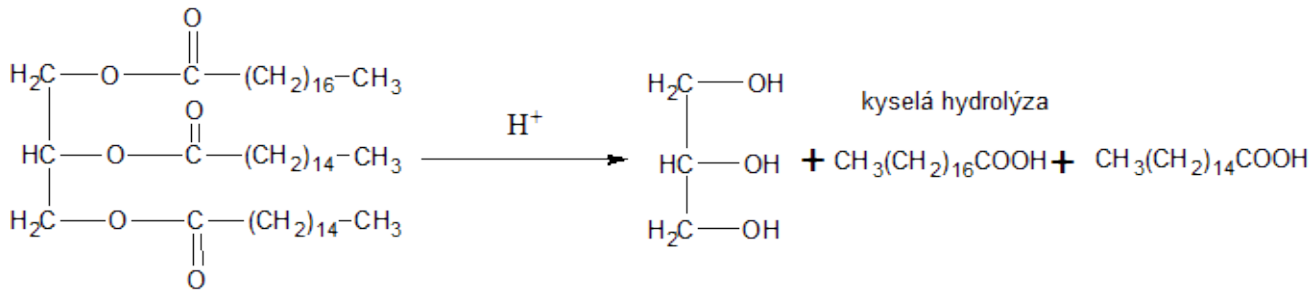
### Vlastnosti

- čisté jsou bez barvy, chuti, zápachu
- nerozpustné ve vodě
- tuhé (mazlavé) - acyly nasycených mastných kyselin
- tekuté (oleje) - acyly nenasycených mastných kyselin
- mohou žluknout = způsobeno účinkem bakterií v teplém a vlhkém prostředí, dochází k oxidaci dvojných vazeb a následnému štěpení, uvolňují se aldehydy, ketony, nižší karboxylové kyseliny a zapáchají
- ztužování tuků
  - katalytická hydrogenace, kdy se z olejů stávají pevné tuky (z dvojných vazeb se stávají jednoduché)
  - za zvýšeného tlaku, působením vodíku, za přítomnosti katalyzátorů (Ni, Pt)
- vysychání olejů
  - polymerace
  - změní se na pružnou pevnou látku a vytvoří se jakýsi film (blána), který se využívá při výrobě fermeží
  - fermeže - husté tmavé kapaliny, které se používají k impregnaci dřeva, využívá se většinou olej lněný a makový

## Reakce

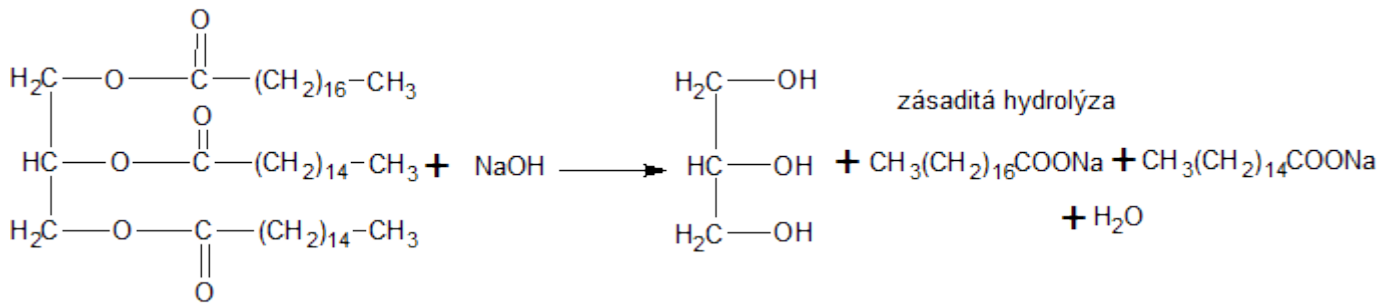
- kyselá hydrolýza

- pomocí vody vzniká glycerol a mastné kyseliny



- zásaditá hydrolýza (zmýdelnění)

- pomocí NaOH, KOH vzniká glycerol a soli mastných kyselin



- mýdla = sodné nebo draselné soli vyšších mastných kyselin

- sodná jsou pevná, na výrobu pracích a čistících prostředků

- draselná jsou mazlavá, jako průmyslová mýdla, desinfekční prostředky

- tenzidy - obecně látky s čistícími účinky (nemusí to být lipidy), ničí životní prostředí - toxické

- vosky

- estery vyšších mastných kyselin (24-36 C) a vyšších jednosytných alkoholů (16-36 C)

- rostlinný (vytváří kutikulu) i živočišný původ

- včelí vosk (stavební složka) k výrobě svíček, ovčí (lanolin) ve zdravotnictví a kosmetice

- vorvaňovina - ochranná funkce ve vorvaním mozku, ve zdravotnictví a kosmetice

- jsou stálejší a nepodléhají tolik hydrolýze

- živočišné je neumí strávit - nedají se enzymaticky rozštěpit

- vyšší jednosytné alkoholy:

cetylalkohol

stearylalkohol

myricylalkohol

## SLOŽENÉ LIPIDY

- obsahují nějakou jinou složku

- mají většinou hydrofilní a hydrofobní část (amfilní charakter)

- jsou významnou složkou buněčných membrán, na vodě tvoří tzv. micely

- fosfolipidy

- mají ve svých molekulách vázanou kyselinu fosforečnou

- vyskytují se převážně v membránách buněk, játrech, ledvinách, žloutku, sóji

- glykolipidy

- obsahují monosacharidové zbytky glykosidicky vázané na lipidickou část

- vyskytují se především v buněčných membránách, v šedé kůře mozkové

- lipoproteiny

- obsahují bílkovinou část

## METABOLISMUS

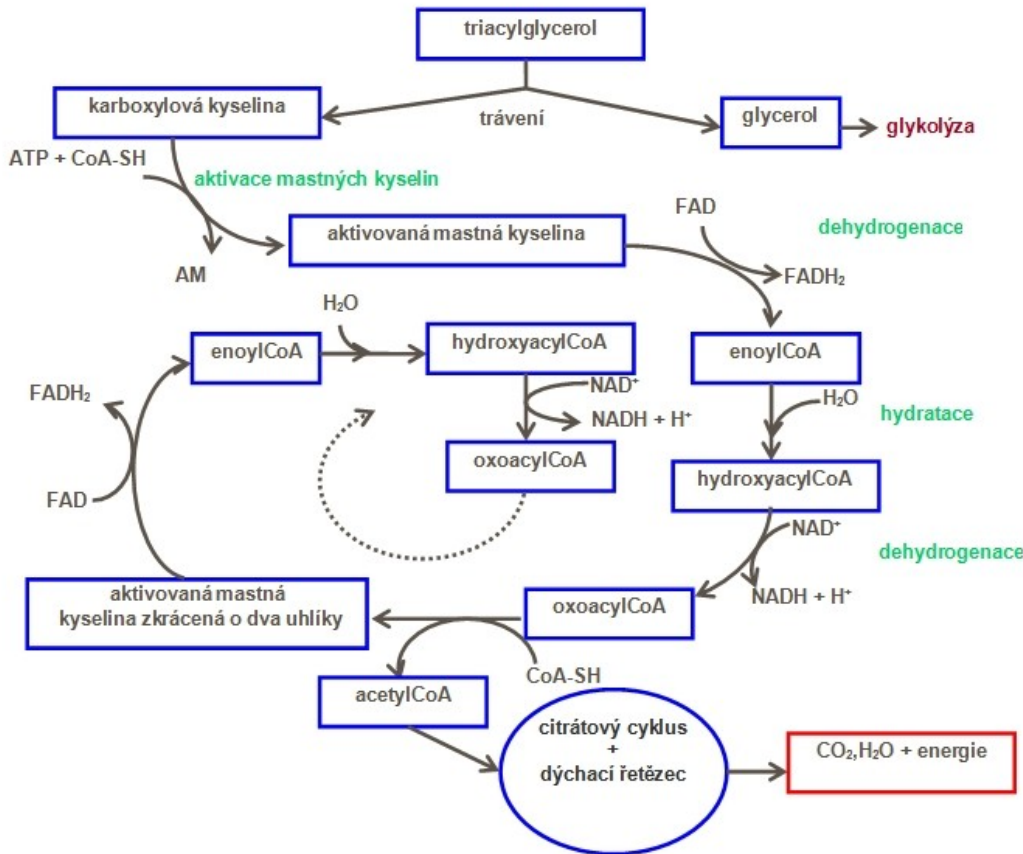
-významný energetický zdroj buněk a složka buněčných membrán

- Katabolismus

-triacylglycerol se ve střevě štěpí na glycerol a vyšší mastné kyseliny, které vstupují do procesu tzv.  $\beta$ -oxidace (probíhá na  $\beta$  uhlíku)

- $\beta$ - oxidace

- probíhá v mitochondriích
- řetězec mastné kyseliny se zkracuje o acetylkoenzym-A za vzniku redukovaných koenzymů  $\text{FADH}_2$  a  $\text{NADH} + \text{H}^+$
- probíhají zde dvě dehydrogenace a jedna hydratace
- vzniklý acetylkoenzym-A dále vstupuje do Krebsova cyklu



- Anabolismus

-syntéza lipidů má podobný charakter jako  $\beta$ - oxidace (nejde ale o protichůdné reakce)

-probíhá v cytoplasmě

-výchozí látkou je acetylkoenzym-A

-nutný je přísun energie a redukovaných koenzymů



## 22) Sacharidy a jejich metabolismus

- velká skupina přírodních látek, tvoří většinu organických látek na zemi
- nacházejí se ve všech rostlinných i živočišných buňkách
- skládají se z C, H, O<sub>2</sub> a občas N, P, S
- slouží jako energetický zdroj pro metabolismus (hlavně u živočichů) a stavební materiál (hlavně u rostlin)
- dříve se nazývaly uhlohydráty
- živočišné je přijímají v potravě, rostliny se vytváří fotosyntézou  $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
- při nedostatku je možné je krátkodobě syntetizovat z aminokyselin a glycerolu
- v průmyslu se využívají k výrobě sladidel, papíru, alkoholu, výbušnin, umělých vláken nebo kyselin
- jsou to deriváty uhlovodíků, mají vždy alespoň 2 OH skupiny a karbonylovou skupinu
  - mohou mít aldehydickou skupinu - aldosa
  - mohou mít ketoskupinu - ketosa
- můžeme je dělit na jednoduché = monosacharidy, nedají se rozložit hydrolýzou na jednodušší, obsahují 3-7 uhlíků
  - složité = oligosacharidy a polysacharidy, lze je rozštěpit hydrolýzou na jednodušší, skládají se z monosacharidů
- s pětičlenným cyklem - furanózy, s šestičlenným cyklem - pyranózy

### Dělení podle počtu uhlíkatých atomů

- monosacharidy:
  - triózy - 3 uhlíky
  - tetrózy - 4 uhlíky
  - pentózy - 5 uhlíků
  - hexózy - 6 uhlíků
  - ...
- oligosacharidy:
  - disacharidy - 2 monosacharidy
  - trisacharidy - 3 monosacharidy
  - tetra až dekasacharidy
- polysacharidy:
  - obsahují více než 10 monosacharidových jednotek, mají velkou molární hmotnost

### Názvosloví

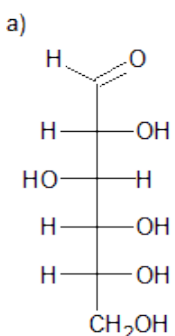
- podle karbonylové skupiny a počtu uhlíků
- například aldotetroza - aldehydická skupina, 4 uhlíky
- většinou vžitá názvy

### Chirální uhlík

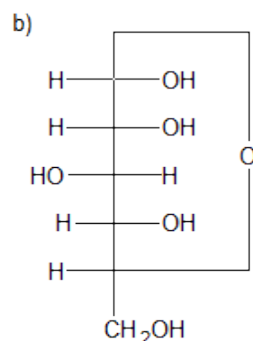
- asymetrický uhlík
- atom uhlíku na kterém jsou navázány čtyř různé substituenty (ligandy)
- stáčí rovinu polarizovaného světla vpravo nebo vlevo
- podle konfigurace na asymetrickém uhlíku v glycerinaldehydu se řadí látky do řady L a D
- do D řady zařazujeme ty sacharidy, které mají na posledním asymetrickém uhlíku stejné uspořádání jako D-glycerinaldehyd

### Vzorce

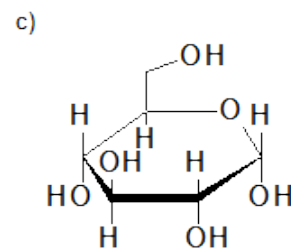
Fisherův vzorec



Tollensův vzorec



Haworthův vzorec



## Enantiomery

- izomery, které jsou k sobě navzájem zrcadlovými obrazy, nemají rovinu ani střed symetrie
- opticky aktivní molekuly

## Epimery

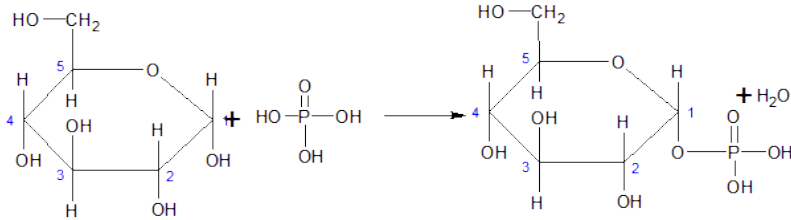
- liší se konfigurací na jednom uhlíkovém atomu - na stereogenním centru (glukóza, manóza, galaktóza)

## Anomery

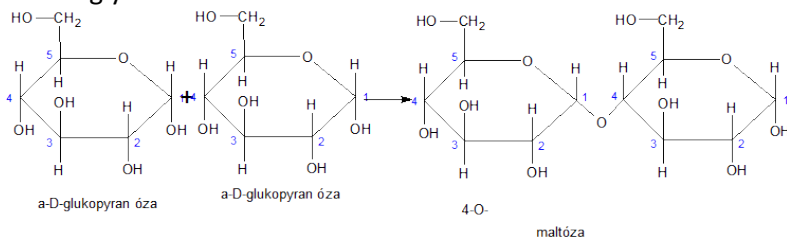
- liší se orientací poloacetalové OH skupiny

## Reakce

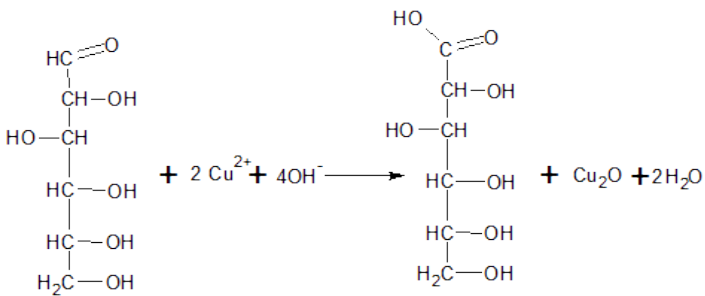
- esterifikace



- vznik glykosidů



- oxidačně-redukční reakce



## Zástupci

- monosacharidy

- pevné krystalické bílé látky, velmi dobře rozpustné ve vodě
- společně s disacharidy jsou sladké, a proto se jim říká cukry
- redukuje Felingovo a Tollensovo činidlo
- opticky aktivní, všechny jsou redukující

- triózy

- v přírodě se nevyskytují, ale jejich fosfáty jsou meziproducty metabolismu sacharidů
- od nich se odvozuje strukturní vzorec a uspořádání dalších sacharidů



- glyceraldehyd

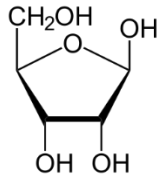
- aldotrióza

- dihydroxyaceton CC(O)C(=O)CO

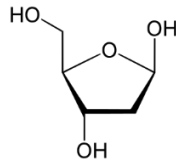
- ketotrióza

- aldopentózy

- jsou součástí nukleových kyselin



- D-ribóza



- 2-deoxy-D-ribóza

- aldohexózy

- D-glukóza

- říká se jí hroznový cukr
- je obsažena ve všech rostlinných šťávách a sladkých plodech, v medu (50% glukóza, 50% fruktóza)
- bývá vázána v oligosacharidech a polysacharidech, v krvi
- lehce stravitelná, významný zdroj energie
- v lékařství na umělé výživu
- při zahřátí se vytváří karamel - na barvení lihovin a octu
- hlavní surovinou pro její výrobu je škrob
- alkoholovým kvašením glukózy za nepřístupu vzduchu vzniká ethanol a CO<sub>2</sub>
- mléčným kvašením se glukóza (popřípadě laktóza) mění za přístupu bakterií na kyselinu mléčnou
- redukcí se vyrábí glucytol (sorbit) = umělé sladidlo
- glukany - homopolysacharidy, které obsahují jen glukózu

- D-galaktóza

- součást laktózy, krevních polysacharidů, glykolipidů (v mozku), agaru

- D-manóza

- složkou některých složitějších sacharidů
- pomerančová kůra, skořápky ořechů, semena palem

- ketohexózy

- D-fruktóza

- společně s glukózou je v medu, součást sacharózy (řepný cukr)
- říká se jí ovocný cukr, je to nejsladší cukr

- disacharidy

- jsou redukující i neredukující
- vznikají reakcí poloacetalových OH skupin z obou monosacharidů
- pokud oba monosacharidy reagují OH skupinou, vznikají neredukující disacharidy
- pokud zůstane jedna poloacetalová OH skupina volná, vznikají redukující

- sacharóza

- řepný cukr, neredukující
- ve všech rostlinách (hlavně řepa a cukrová třtina), zahříváním vzniká karamel
- bílá, dobře rozpustná ve vodě
- vzniká reakcí  $\alpha$ -D-glukózy s  $\beta$ -D-fruktózou

- laktóza

- mléčný cukr, redukující
- v mléku savců, získává se ze syrovátky
- kvašením vzniká ethanol nebo kyselina mléčná (mléčné kvašení) - při výrobě kefirů, ...
- vzniká spojením  $\beta$ -D-galaktózy a  $\alpha$ -D-glukózy

- maltóza
  - sladový cukr, redukující
  - sladká chuť, snadno se vyrábí ze škrobu
  - enzym maltasa - v naklíčeném ječmeni (k výrobě paliv)
  - vzniká spojením dvou  $\alpha$ -D-glukóz nebo hydrolýzou škrobu
  
- trisacharidy
  - rafinóza
    - obsahuje fruktózu, glukózu a galaktózu
    - není sladká, neredukující
    - v sójových bobech, cukrové řepě, melase
  
- polysacharidy
  - nejsou sladké, jsou spojovány glykosidickou vazbou, neredukující
  - obsahují více jak 10 monosacharidových jednotek (až několik tisíc)
  - jsou to makromolekulární látky, mají velkou relativní molekulovou hmotnost
  - dělíme podle tvaru na lineární a rozvětvené
  - dělíme podle funkce na stavební a zásobní
  - dělíme podle toho jaké monosacharidy obsahují na homopolysacharidy a heteropolysacharidy
  
- stavební
  - celulóza
    - rostlinný polysacharid (součást stěny rostlinných buněk), součást rostlinných vláken
    - lineární, více jak tisíc monosacharidových jednotek
    - čistá celulóza se nachází v bavlně, lnu a konopí
    - k výrobě papíru, viskózy (vlákna), obalových materiálů, výživa býložravců
    - společně s nitrační směsí vzniká střeňná bavlna, celuloid (k výrobě filmů)
    - ve dřevě kolem 50% (zbytek lignin, pryskyřice, hemicelulóza)
    - ze dřeva se získává surová celulóza (buničina) - na papír, textil,...
    - hemicelulóza - polysacharid, menší molekuly, směs různých polysacharidů, z různých monosacharidů
    - tvoří ji glukán a  $\beta$ -D-glukóza, váže se vazbou 1,4
  - chitin
    - součást schránek korýšů, hmyzu, v buněčné stěně hub, v řasách
    - obsahuje acetoamidové skupiny
  
- zásobní
  - od staveních se liší strukturou, ve vodě bobtnají - mají méně vodíkových můstků
  - škrob
    - pouze v rostlinách - brambory, kukuřice, obilná zrna
    - dá se dokázat reakcí s jódem (zmodrá), jeho hydrolýzou získáváme glukózu
    - skládá se z  $\alpha$ -D-glukóz, amilózy (lineární, vazba 1,4 stočená do šroubovice) a pektinu (rozvětvený, někde vazby 1,6)
  - glykogen
    - živočišný škrob, přítomen téměř ve všech buňkách, nejvíc v játrech a kosterním svalstvu
    - rozpustný ve vodě, v buňkách se štěpí na jednotlivé glukózy
    - skládá se z  $\alpha$ -D-glukóz
    - připomíná strukturně amilopektin, ale je rozvětvenější
  - heparin
    - proti srážení krve (antikolagulační)

## METABOLISMUS SACHARIDŮ

- Anabolismus
- přeměna jednoduchých látek na složitější = syntéza (redukční děj)
- fotosyntéza

### Primární fáze

- probíhá na tylakoidech
- elektron klesá do nižších pater – vzniká ATP = fotosyntetická fosforylace
- chlorofyl zachytí slunečního záření
- vznik redukčních látek NADPH – ubývá H
- excitované elektrony redukují NADP na NADPH+H<sup>+</sup> nebo se vrátí zpět (cyklická fosforylace)
- pokud se elektrony nevrací a nahrazují uvolněné elektrony - necyklická fosforylace
- fotolýza H<sub>2</sub>O aby se dodal H
- O<sub>2</sub> uniká do vzduchu jako vedlejší produkt
- energie světelná se mění na energii chemickou

### Sekundární fáze

- probíhá ve vnitřku chloroplastů (stroma)
- vstupuje tam ATP a NADPH, redukce CO<sub>2</sub> a glukózy – finální produkt
- CO<sub>2</sub> se naváže na něco a podle toho se liší cykly

#### a) Calvinův cyklus

- základem jsou C<sub>3</sub> sloučeniny
- v mírných a chladnějších podmínkách

#### b) Hatch-Slackův cyklus

- C<sub>4</sub> cyklus
- zafixuje so CO<sub>2</sub> do budoucna
- tropy, subtropy

#### c) CAM cyklus

- CO<sub>2</sub> se dostává do rostlin pouze v noci a fixuje se na malát (látka)
- přes den přes den se CO<sub>2</sub> uvolňuje a vstupuje do Calvinova cyklu, hlavně sukulenty

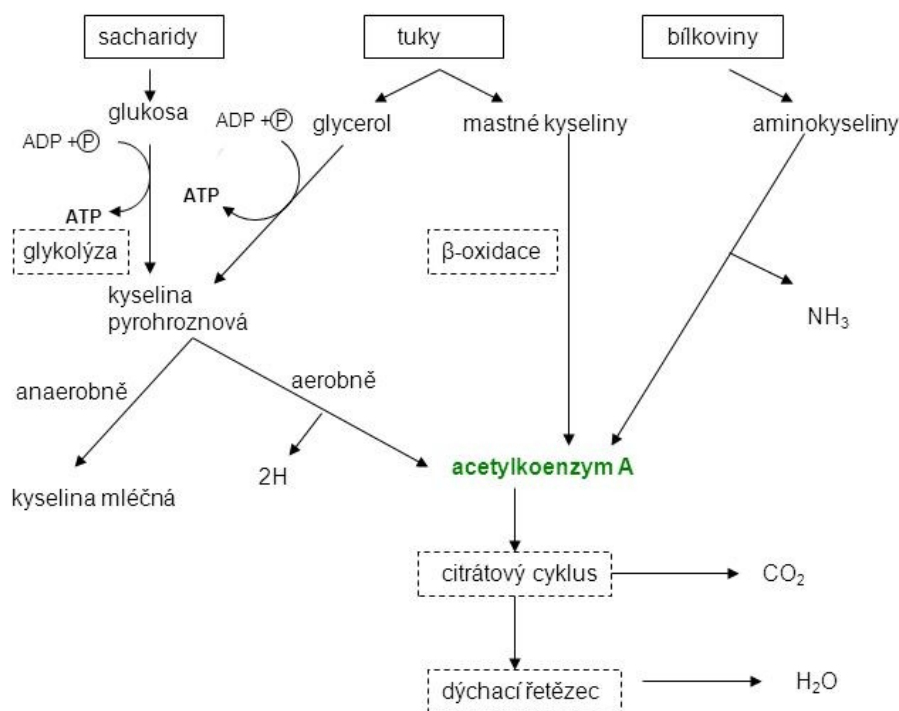


- Katabolismus
  - = štěpení, oxidace
  - tvorba energie (ATP)
  - rozštěpí tuky, cukry a vznikne ATP = fosforylace
  - = glykolýza
    - vždy za anaerobních podmínek
    - probíhá v cytoplazmě
    - vznikají pouze 2 molekuly ATP
    - vzniká kys. Pyrohroznová (pyruvát)

→ **Anaerobně** následuje kvašení  
 Produktem jsou organické látky, nevznikne žádná energie  
 → **Aerobně** se pyruvát mění na acetylkoenzym A = akt. forma kys. octové

Zde se sbíhají všechny cesty štěpení

Následuje citrátový / Krebsův cyklus – probíhá v matrixu, vzniká CO<sub>2</sub> a redukované koenzymy, ty vstupují do dýchacího řetězce (probíhá na kristách) a přenáší vodík. Sloučí se H a O<sub>2</sub> – vznikne H<sub>2</sub>O a množství energie – energie se zabuduje a postupně vznikne 36 ATP



## 23) Bílkoviny a jejich metabolismus, nukleové kyseliny

### PROTEINY

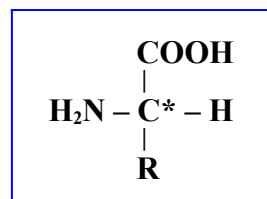
- přírodní makromolekulární látky přítomné ve všech buňkách každého živého organismu, kde zastávají nejrůznější funkce - dosud nebyla objevena žádná forma života, která by bílkoviny neobsahovala
- spolu s nukleovými kyselinami – nositelky života

### Funkce

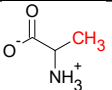
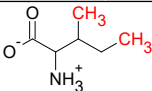
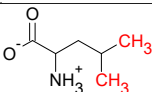
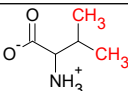

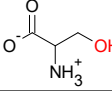
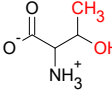
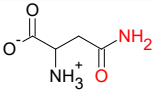
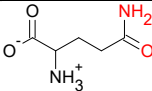
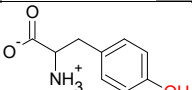
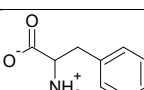
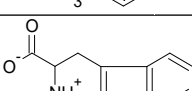
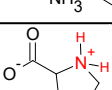
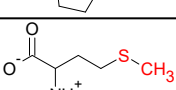
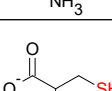
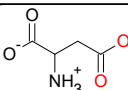
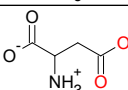
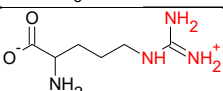
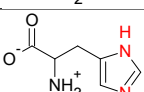
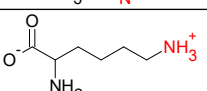
- stavební materiál = strukturní bílkoviny
  - jsou z nich tkáně (kůže, svaly, orgány), vlasy, chlupy, nehty, rohy ...
  - např.: kolagen
- katalyzátory biochemických reakcí = enzymy
  - např.:
- regulátory/koordinátory chemických dějů uvnitř organismu = hormony bílkovinné povahy
  - např.: inzulín
  - pozn.: existují ještě hormony steroidní povahy (viz pohlavní a kortikoidní hormony v MO č. 25)
- zásobní bílkoviny
  - např. ovalbumin – bílkovina ve vaječném bílku
- transportní bílkoviny
  - např. hemoglobin
- obranné bílkoviny
  - např. imunoglobulin
  - toxiny (hadí jedy)
- kontraktilní bílkoviny
  - např. aktin a myozin – podílejí se na stahu svalu

### Chemické složení

- základní stavební jednotky – AMINOKYSELINY
  - substituční deriváty karboxylových kyselin, kde funkční skupinou je aminoskupina ... –NH<sub>2</sub>
    - karboxylová skupina (–COOH)  $\Pi$  kyselý charakter
    - aminoskupina (–NH<sub>2</sub>)  $\Pi$  zásaditý charakter
  - v přírodě existují stovky různých aminokyselin, vyskytují se volně např. v rostlinných pletivech / živočišných tkáních nebo jako nízkomolekulární peptidy nebílkovinného charakteru
  - v bílkovinách se vyskytuje 20 základních (kódových) AK = proteinogenní aminokyseliny
    - jde o  $\alpha$ -aminokyseliny - aminoskupina navázána vůči karboxylu v poloze  $\alpha$
    - díky  $\alpha$  poloze aminoskupiny vůči karboxylu obsahují chirální atom - jeví optickou izomerii
    - liší se od sebe povahou –R
    - esenciální (nepostradatelné) proteinogenní aminokyseliny, které živočichové nedokáží sami syntetizovat - odkázání na jejich příjem v rostlinné potravě
    - obsahují:
      - rozvětvený postranní řetězec
      - aromatické jádro
      - heterocyklus
    - o bílkovině mluvíme tehdy, pokud její  $M_r > 10^4$  - tvořena více než 100 aminokyselinovými zbytky; jinak se jedná o peptid (viz u peptidické vazby a v závěru)



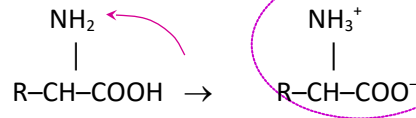
Přehled proteinogenních aminokyselin

Typ aminokyseliny		Název	Zkratky		Vzorec	Esenciální
Neutrální	Hydrofobní (nepolární)	alanin	Ala	A		ne
		isoleucin	Ile	I		ano
		leucin	Leu	L		ano
		valin	Val	V		ano
	Polární	glycin	Gly	G		ne
		serin	Ser	S		ne
		threonin	Thr	T		ano
Amid aminokyseliny	Polární	asparagin	Asn	N		ne
		glutamin	Gln	Q		ne
Aromatická	Hydrofobní (nepolární)	tyrosin	Tyr	Y		ne
		fenylalanin	Phe	F		ano
		tryptofan	Trp	W		ano
Heterolytická	Hydrofobní (nepolární)	prolin	Pro	P		ne
Sírná		methionin	Met	M		ano
	Polární	cystein	Cys	C		ne
Kyselá (má 2 karboxyly)		kyselina asparagová	Asp	D		ne
		kyselina glutamová	Glu	E		ne
Zásaditá (obsahuje více atomů dusíku)		arginin	Arg	R		ano – jen v dětství
		histidin	His	H		ano – jen v dětství
		lysin	Lys	K		ano



## Vlastnosti

- obsahují minimálně dvě skupiny schopné disociace
    - karboxylová skupina (–COOH) kyselý charakter
    - aminoskupina (–NH<sub>2</sub>) zásaditý charakter
- } jsou **amfoterní** = mají schopnost odštěpit/přijmout proton v podobě H<sup>+</sup>
- díky amfoternímu charakteru dochází k přesunu H<sup>+</sup> mezi –COOH a –NH<sub>2</sub> skupinou v rámci téže molekuly - vznik obojetného (amfoterního) iontu = vnitřní soli, tj. sloučenina, která má schopnost přijmout/odštěpit proton v podobě H<sup>+</sup>

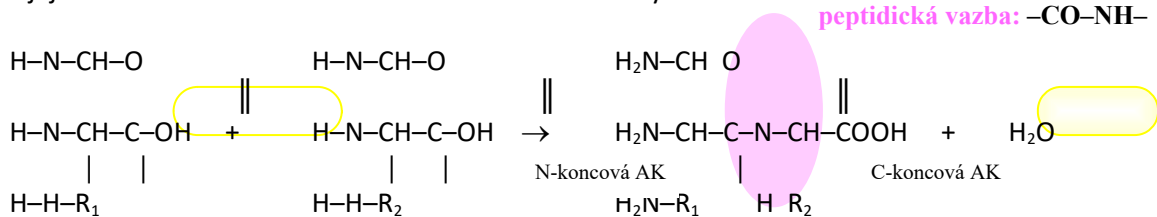


při vhodném pH okolního prostředí je aminokyselina v podobě amfoterního iontu „neutrální“

- pH, při kterém jsou v aminokyseliny, která je v podobě amfoterního iontu, vyrovnány kladné a záporné náboje - výsledný náboj je nulový / molekula AK je „neutrální“ (tzn. navenek nejeví žádný náboj) = IZOELEKTRICKÝ BOD
  - pro každou specifický - závisí na celkovém počtu –NH<sub>2</sub> & –COOH skupin v molekule

## Peptidická vazba

- vazba, kterou jsou mezi sebou pospojovány aminokyseliny
- vzniká spojením α–karboxylové skupiny jedné AK s α–aminoskupinou druhé AK za odštěpení vody
- její vznik umožněn amfoterním charakterem aminokyselin



## Vlastnosti

- závisí na funkcích, které v organismu zastávají:
  - bílkoviny obsažené v kůži, vlasech, nehtech - nerozpustné ve vodě, odolné vůči chemickým a fyzikálním vlivům
  - bílkoviny krevní plasmy, vaječného bílku - rozpustné ve vodě (koloidní roztok), citlivé na fyzikální a chemické vlivy
- podléhají mikrobiálnímu rozkladu (hniloba) za vzniku zápachajících látek (např. H<sub>2</sub>S)
- každá bílkovina má svůj izoelektrický bod
  - rozhoduje o pohyblivosti bílkovin v roztoku, do něhož je zaveden stejnosměrný elektrický proud
  - při různém pH prostředí lze bílkoviny dělit = elektroforéza
- dialýza = oddělování bílkovin a minerálních solí z roztoku bílkovin a minerálních solí za použití membrán - ty propouští pouze ionty solí, ale ne bílkoviny

## Struktura

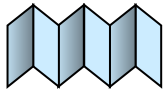
### Primární

- určuje pořadí aminokyselin v bílkovinném řetězci
- dána geneticky podle DNA
- je pro každou bílkovinu charakteristická - zastoupení aminokyselin předurčuje funkci bílkoviny

### Sekundární

- určuje uspořádání primární struktury bílkoviny v prostoru - určuje prostorovou konformaci polypeptidického řetězce
- polypeptidický řetězec má snahu se uspořádat tak, aby si aminokyselinové zbytky vzájemně nepřekážely

- uplatňují se zde vodíkové můstky peptidických vazeb - vodíkové můstky mezi atomem vodíku N-H skupiny jedné peptidické vazby a atomem kyslíku C=O jiné peptidické vazby
- závisí na ní biologické funkce
- dvě podoby:
  - a)  $\alpha$ -helix = šroubovice
    - většinou pravotočivá
    - tvar způsoben vodíkovými můstky každé čtvrté peptidické vazby téhož řetězce
    - na 1 závit připadá 3,6 aminokyselinových zbytků



- b)  $\beta$ -konformace = struktura „skládaného listu“
  - polypeptidické řetězce uspořádány rovnoběžně vedle sebe, sousední dva obvykle v obráceném smyslu (tzn. proti C-konci prvního řetězce leží N-konec druhého)
  - drží pohromadě díky vodíkovým můstkům peptidických vazeb sousedních řetězců

### Terciární

- určuje prostorové uspořádání sekundární struktury bílkoviny -  $\alpha$ -helix i skládaný list můžou být v prostoru různě uspořádány (zprohýbané, zkroucené ...)
- uplatňují se zde:
 

slabé vazebné interakce	}	<ul style="list-style-type: none"> <li>vodíkové můstky peptidických vazeb</li> <li>disulfidové můstky mezi dvěma zbytky cysteinů v protilehlých částech řetězce</li> <li>elektrostatické síly mezi <math>-\text{COO}^-</math> a <math>-\text{NH}_3^+</math>   iontové interakce</li> <li>interakce hydrofobních (nepolárních) aminokyselin (přesněji jejich hydrofobních zbytků)</li> <li>Van der Waalsovy síly</li> </ul>
-------------------------	---	--
- dělení:

fibrilární = vláknitá

- sekundární struktura vytváří vlákno - lineární jednoduchý útvar

globulární = kulovitá

- sekundární struktura vytváří složitý kulovitý útvar

### Kvartérní

- u oligomerních bílkovin = bílkoviny skládající se z více polypeptidických řetězců – tzv. podjednotek, ty spolu nejsou spojeny peptidickými vazbami
- podjednotkou může být několik vláken / globulů nebo kombinace několika vláken a globulů
- určuje prostorové uspořádání terciálních struktur podjednotek bílkoviny

### Denaturace

- = porušení nativního stavu bílkoviny - štěpení slabých vazebných interakcí
- proces, při kterém se nemění primární struktura bílkoviny, pouze její prostorové uspořádání
- dochází k ní: vlivem ozáření, zahřátí ...  
působením solí, kyselin, alkalických sloučenin a sloučenin těžkých kovů
- dva typy:
  - ① vratná = reverzibilní
    - bílkovina si ponechá svou funkci - není zničena
    - např. vlivem zvýšené koncentrace solí ...
  - ② nevratná = ireverzibilní
    - bílkovina ztrácí svou funkci - je zničena
    - např. vlivem tepla, velké změny pH ...
- význam denaturace: negativní = ztráta biologické funkce bílkoviny  
pozitivní = v potravinářství - lepší stravitelnost, sterilizace

## Rozdělení

jednoduché bílkoviny - tvořeny pouze polypeptidickými řetězci

- dělení – podle celkového uspořádání peptidických řetězců:

### Fibrilární - skleroproteiny

- mají fibrilární strukturu - jednotlivá vlákna polypeptidických řetězců jsou uspořádána vedle sebe do podélných řad a spojena příčnými slabými vazebnými interakcemi
- stavební funkce
- odolné vůči mechanickým a chemickým vlivům, velmi pevné
- málo rozpustné ve vodě

#### Kolagen

- součást kůže, šlach, chrupavek
- společně s  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  tvoří základ kostí
- tepelnou úpravou se mění v želatinu

#### Keratin

- nejodolnější bílkovina
- základní bílkovina povrchu těl obratlovců (kůže, vlasy, chlupy, peří, šupiny, vlna, rohy, kopyta, nehty ...)

### Globulární - sféroproteiny

- mají globulární strukturu - jednotlivá vlákna polypeptidických jsou uspořádána do kulovitých útvarů a spojena slabými vazebnými interakcemi
- enzymy, protilátky ...
- dobře rozpustné ve vodě nebo v roztocích solí
- malá odolnost vůči mechanickým a chemickým vlivům

#### Albuminy

- součást krevního séra, mléka, vaječného bílku
- zdroj aminokyselin pro organismus
- lze je vysolit silnými koncentracemi  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- zahřátím se sráží

#### Globuliny

- součást krevního séra, mléka, vaječného bílku
- tvoří podstatnou část hemoglobinu a myoglobinu
- málo rozpustné ve vodě, ale rozpustné ve zředěných roztocích solí

#### fibrinogen

#### Histony

- obsaženy v buněčných jádrech, kde jsou vázány na DNA

složené bílkoviny - kromě polypeptidického řetězce mají zabudovány ještě nebílkovinnou složku = prostetická skupina, kde se odehrávají důležité biochemické pochody

- dělení – podle povahy prostetické skupiny:

### Fosfoproteiny

- obsahují kyselinu fosforečnou esterově navázanou na hydroxylovou skupinu
- zdroje fosforu k tvorbě nukleových kyselin
- obsaženy v mléku, bílku

#### Kasein

- v mléku v podobě rozpustné vápenaté soli
- jeho srážením vzniká tvaroh, sýry typu Lučina ...
- zdroj vápníku pro organismus

Chemoproteiny	- obsahují barevnou složku – např.: hemoglobin, hemocyanin, myoglobin,
Metaloproteiny	- obsahují kov - dvojí funkci: a) přenašeči kovových iontů – např. transferin
Nukleoproteiny	- obsahují nukleovou kyselinu - spolu s histony v buněčných jádrech
Glykoproteiny	- obsahují glykosidicky navázaný sacharid - součástí sekretů sliznic - dodávají jim vazkost - chrání organismus před natrávením vlastními enzymy
Lipoproteiny	- obsahují lipid - výskyt: biomembrány buněk cytoplazmy buněk krevní plazma vaječný žloutek

## PEPTIDY

- obsahují 2 – 99 aminokyselin
- dělení:
- protaminy = peptidy zásadité povahy
- peptidické hormony, např.

Oxytocin	- cyklický oktapeptid - produkuje ho zadní lalok hypofýzy (neurohypofýza) - ovlivňuje: stahy hladkého svalstva dělohy při porodu stahy hladkého svalstva mléčných žláz při sání kojence
----------	--

Inzulin	- z 51 aminokyselin - produkuje ho slinivka břišní – přesněji Langerhansovy ostrůvky - ovlivňuje: snižuje hladinu glukózy v krvi - nedostatek insulínu v krvi vyvolává cukrovku (diabetes mellitus)
---------	--

Glukagon	- produkuje ho slinivka břišní – přesněji Langerhansovy ostrůvky - ovlivňuje: zvyšuje hladinu glukózy v krvi
----------	---

- peptidická antibiotika, např.

Penicilin	- produkuje ho plíseň paličkovice nachová (Penicillium notatum)
-----------	---

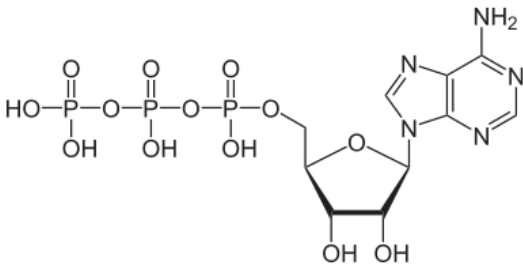
- jedovaté peptidy - hadí jedy, např.

Falloidin	- z 7 AK - v muchomůrce hlízovité
-----------	--------------------------------------

## NUKLEOVÉ KYSELINY

- makromolekulární (polymerní) látky s vláknitou strukturou vyskytující se ve všech organismech
- nositelky genetické informace - nesou informace pro průběh všech životních procesů
- dva typy:
  - a) DNA = deoxyribonukleová kyselina
    - nositelka informace u drtivé většiny živočichů
    - dvouvlákněná - tvořena dvěma polynukleotidovými řetězci - stáčí se do pravotočivé dvoušroubovice = helix; na jednu otočku připadá deset nukleotidů
    - nachází se především v jádrech buněk
      - mimojaderná: v mitochondriích a chloroplastech
  - b) RNA = ribonukleová kyselina
    - nositelka informace u RNA-virů
    - jednovlákněná - tvořena jedním polynukleotidovým řetězcem - stáčí se do šroubovice
    - nachází se především v cytoplazmě buněk - mimo jádro

- základní stavební jednotka – NUKLEOTID



- struktura nukleotidu:

*zbytek kyseliny trihydrogenfosforečné* = fosfát

- diesterickou vazbou připojen na sacharid

*pětiuhlíkatý sacharid* = pentóza

u DNA: 2-deoxy-β-D-ribóza

u RNA: β-D-ribóza

*dusíkaté baze*

- dusíkovo-glykosidickou vazbou připojeny na sacharid

- deriváty purinu & pyrimidinu:

- purinové baze: adenin (A)  
guanin (G)

- pyrimidinové baze:

uracil (U)      vyskytuje se pouze v RNA

thymin (T)

vyskytuje se pouze v DNA

cytosin (C)

- mají schopnost se párovat prostřednictvím vodíkových můstků, které na základě jejich struktury mezi nimi vznikají = KOMPLEMENTARITA BAZÍ

- pár se vždy vytvoří mezi purinovou a pyrimidinovou bází

A = T (u RNA je T nahrazena U)

C ≡ G

- Chargaffovo pravidlo: v DNA se celkové množství purinových bazí rovná celkovému množství pyrimidinových bazí - množství T = A a množství G = C

- spojováním jednotlivých nukleotidů - vznik polynukleotidového řetězce

DNA = deoxyribonukleová kyselina

- sekundární struktura: dvouvlákněná - tvořena dvěma polynukleotidovými řetězci
- baze: T A G C
- sacharid: 2-deoxy-β-D-ribóza
- schopnost replikace = samozdvojení

RNA = ribonukleová kyselina

- sekundární struktura: jednovláčková - tvořena jedním polynukleotidovým
- baze: U A G C
- sacharid: β-D-riboza
- mnohem kratší než DNA - tvořena několika desítkami, maximálně stovkami nukleotidů
- tři typy:

ribosomální rRNA

- stavební složka ribozomů = organela, ve které probíhá syntéza bílkovin - sestavování polypeptidického řetězce

mediátorová mRNA

- zprostředkovává přenos genetické informace z DNA na ribozomy - přináší informace, jaká bílkovina se má z aminokyselin syntetizovat

transferová tRNA

- přináší na ribozomu aminokyseliny = základní stavební jednotky bílkovin
- molekula tRNA obsahuje přibližně 100 nukleotidů; jejich struktura tvarem připomíná jetelový list
- aktivovaná tRNA = tRNA s navázanou aminokyselinou v tzv. akceptorovém místě
- na prostředním „lístku“ (antikodonová smyčka) je umístěn antikodon (triplet) = trojice bazí, která je komplementární k trojici bazí v mRNA = kodon

### Genetický kód

- zápis informace o syntéze určité bílkoviny (genetické informace) v primární struktuře nukleových kyselin
- každá z 20 druhů aminokyselin, ze kterých je ribosom schopný zesyntetizovat bílkovinu je kódována třemi po sobě jdoucími bazemi = triplet = kodon
- počet možných různých kodonů: 64 (vybíráme trojice ze 4 druhů bazí, přičemž baze se v trojici můžou opakovat)
- protože je proteinogenních aminokyselin 20 - jedna kyselina může být kódována několika různými triplety
- degenerovaný genetický kód

		Druhé písmeno kodonu									
		T		C		A		G			
První písmeno kodonu	T	TTT	Phe	TCT	Ser	TAT	Tyr	TGT	Cys	T	
		TTC	Phe	TCC	Ser	TAC	Tyr	TGC	Cys	C	
		TTA	Leu	TCA	Ser	TAA	–	TGA	–	A	
		TTG	Leu	TCG	Ser	TAG	–	TGG	Trp	G	
	C	CTT	Leu	CCT	Pro	CAT	His	CGT	Arg	T	
		CTC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg	C	
		CTA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg	A	
		CTG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg	G	
	A	ATT	Ile	ACT	Thr	AAT	Asn	AGT	Ser	T	
		ATC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser	C	
		ATA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg	A	
		ATG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg	G	
	G	GTT	Val	GCT	Ala	GAT	Asp	GGT	Gly	T	
		GTC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	C	
		GTA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	A	
		GTG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly	G	

## Expresce genu

### *Replikace*

- účinkem enzymu DNA-polymerázy dojde ke zrušení vodíkových vazeb mezi bazemi - dvoušroubovice se rozplete
- rozpletené polynukleotidové řetězce slouží jako matrice k přikládání nových polynukleotidových řetězců
- uplatňuje se zde komplementarita bazí
- v nové molekule DNA vždy jeden řetězec pochází z původní molekuly DNA a druhý se komplementárně dotvoří

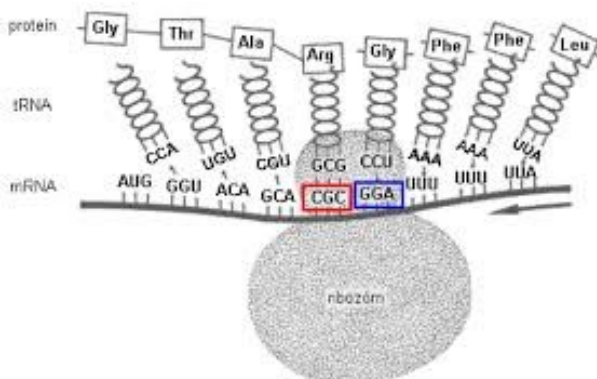
- realizace genetické informace - tvorba bílkoviny = PROTEOSYNTÉZA
- na molekulové úrovni má dva stupně:

### *Transkripce*

- probíhá uvnitř jádra
- jde o přepis genetické informace z DNA na mRNA
- v místě uložení příslušné genetické informace se od sebe účinkem DNA-polymerázy dočasně oddělí vlákna DNA - slouží jako matrice, podle níž se komplementárně vytvoří vlákno mRNA
- vzniklá mRNA = heterogenní RNA (hn RNA) obsahuje introny = úseky, které nekódují informace o pořadí aminokyselin v polypeptidickém řetězci
- v jádře dojde k „vystřížení“ intronů působením enzymů ribonukleáz - ostatní úseky – exony – se spojí - vznik funkční mRNA

### A) TRANSLACE

- probíhá na ribozomech mimo jádro
- jde o překlad genetické informace z pořadí bazí na mRNA do pořadí aminokyselin v polypeptidickém řetězci
- mRNA se naváže na povrch ribozomu
- ke kodonům mRNA se svými antikodony napojují molekuly tRNA nesoucí na opačném konci aminokyseliny odpovídající danému antikodonu [ ] ten je shodný s kodonem, který byl původně na DNA
- mezi jednotlivými molekulami se vytvoří peptidické vazby (-CO-NH-) - vznik polypeptidického řetězce = bílkoviny



## 24) Základní složení živých soustav a děje v nich probíhající, enzymy

- biochemie = „chemie živých soustav“

- vědní obor stojící na rozhraní biologie a chemie
- zabývá se chemickým složením živých soustav a přeměnami látek nacházejících se v živé hmotě
- zkoumá, jak tyto přeměny souvisejí s fyziologickými procesy organismu a jak je možné tyto procesy prostřednictvím látkových přeměn ovlivňovat
- součástí je i molekulární biologie – studuje vztahy mezi funkcí a prostorovým uspořádáním (strukturou) látek v organismu
- dělení:

popisná biochemie

- zkoumá složení organismů
- zabývá se strukturou a vlastnostmi látek tvořících organismus

dynamická biochemie

- studuje látkové a energetické přeměny uvnitř živých soustav a vztah těchto přeměn k okolí
- odvětví biochemie:
  - např.: biochemie mikroorganismů, rostlin, živočichů
  - lékařská, potravinářská biochemie
  - genové inženýrství, ...

### Srovnání živé a neživé soustavy

- podobné znaky
  - stejná materiální podstata - živá i neživá hmota se skládá ze stejných látek, ale v jiném procentuálním zastoupení
  - procesy v obou soustavách probíhají podle stejných chemických a fyzikálních zákonů - procesy probíhající v živých organismech lze napodobit v chemických laboratořích (např. syntetický inzulín, umělá syntéza genů, ...)
- odlišné znaky
  - živé soustavy - současný průběh obrovského množství procesů vzájemně přesně zkoordinovaných, které jsou jeden na druhém závislé
  - neživé soustavy jednotlivé procesy - samostatné děje – tzn. neprobíhají všechny současně, přesně na sebe navenazují, nejsou vždy podmínkou pro uskutečnění jiných dějů

### Chemické složení živých soustav

- neexistuje specifický prvek živého organismu, každý prvek živé hmoty se vyskytuje v zemské kůře
- rozdíl pouze v jejich procentuálním zastoupení
  - asi ¾ z celkového počtu prvků nacházejících se v přírodě (92) živý organismus vůbec nevyužívá, některé jsou jedovaté (např. Hg, Pb, Cd)
  - asi 99% živé hmoty tvoří: O, C, H, N
  - nejhojnější prvky zemské kůry: O, Si, Al, Fe, Ca

- biogenní prvky- prvky nezbytné pro správné fungování organismu

- dělení podle procentuálního zastoupení v organismu

- celkem 27
- makrobiogenní prvky
    - tvoří více než 1 hmotnostní % organismu (každý zvlášť)
    - patří sem: O, C, H, N, P, Ca, někdy sem bývá řazena i S
  - oligobiogenní prvky
    - tvoří méně než 1 a současně více než 0,05 hmotnostního % organismu (každý zvlášť)
    - patří sem: S, K, Na, Mg, Cl, někdy sem bývá řazeno i Fe a Ca
  - stopové prvky
    - tvoří méně než 0,05 hmotnostního % organismu (každý zvlášť)
    - obsaženy v malém množství, ale nepostradatelné | biologický význam není vždy úměrný obsahu
    - patří sem: Fe, Cu, Zn, Mn, Co, I, někdy sem bývá řazen Mg



- v organismech se vyskytují téměř výhradně ve sloučeninách:  
*anorganické sloučeniny*

#### voda

- součást všech živých organismů, zaujímá 60 – 90 % hmotnosti organismu
- zdroj: potrava, tekutiny z vnějších látek  
část vzniká při metabolických procesech = metabolická voda
- význam:
  - reakční prostředí - probíhají v ní veškeré fyzikální a chemické děje – tzn. přeměny látek a energií
  - rozpouštědlo polárních a iontových sloučenin
  - účastník reakcí
    - do reakce vstupuje - hydrolýza, hydratace
    - z reakce vystupuje jako vedlejší produkt např. neutralizace
  - podílí se na udržování stálé tělní teploty
  - u rostlin jedna z výchozích látek pro fotosyntézu
  - složka buněčných membrán
  -

#### oxid uhličitý

- jedna z výchozích látek pro fotosyntézu
- konečný produkt biologické oxidace organických sloučenin

#### amoniak

- výchozí látka biosyntézy a konečný produkt přeměny dusíkatých látek

#### minerální soli

- rozpuštěné na ionty:
  - kationty:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$
  - anionty:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{I}^-$

#### *jednoduché organické sloučeniny*

- 20  $\alpha$ -aminokyselin
- monosacharidy
- karboxylové kyseliny
- vyšší mastné kyseliny
- alkoholy (hlavně glycerol, cholesterol)
- 5 dusíkatých bazí
- nikotinamid, ...

#### *složité organické sloučeniny = biopolymery*

- bílkoviny - základní stavební jednotky:  $\alpha$ -aminokyseliny
- nukleové kyseliny - základní stavební jednotky: nukleotidy (sacharid, fosfát, dusíkatá base)
- sacharidy - základní stavební jednotky: vícenásobné alkoholy s oxoskupinou
- lipidy - produkty reakce mastných kyselin s alkoholy

#### Chemické znaky živých soustav

- a) jednotný chemický základ
  - všechny organismy obsahují stejné druhy látek (bílkoviny, lipidy, sacharidy, nukleové kyseliny, voda), každá z těchto látek má v daném organismu specifickou nenahraditelnou funkci
- b) chemická přeměna látek = látkový metabolismus
  - získání energie pro životní pochody, biosyntéza látek potřebných pro danou soustavu
  -
- c) výměna látek a energie z okolí

- d) enzymatický charakter chemických dějů  
 - enzymy = biokatalyzátory, bez jejich přítomnosti by většina dějů v organismu nemohla probíhat

Regulace biochemických dějů

- význam: propojuje a zajišťuje rovnováhu mezi jednotlivými procesy v organismu - autoregulace udržuje stálou koncentraci substrátů, metabolitů a konečných produktů zajišťuje stálost vnitřního prostředí organismu = homeostáza
- typy regulací:
  - enzymová
    - u vývojově nižších i vyšších organismů
    - katalyzuje průběh chemických reakcí prostřednictvím enzymů (viz níže)
    - probíhá relativně rychle
  - hormonální
    - u vývojově vyšších organismů
    - ovlivňují činnost orgánů a regulují průběh chemických reakcí prostřednictvím hormonů
    - probíhá relativně pomalu
  - nervová
    - u vývojově vyšších organismů
    - ovlivňuje biochemické reakce prostřednictvím elektrochemických podnětů vedených v neuronech - prostřednictvím nervového systému
    - probíhá velmi rychle po určitých drahách - má okamžitý efekt
    - úzce spjata s hormonální regulací - neurohormonální regulace
      - nejvyšší postavení má vždy CNS
      - propojení hormonální a nervové soustavy je prostřednictvím hypofýzy (podvěsek mozkový)

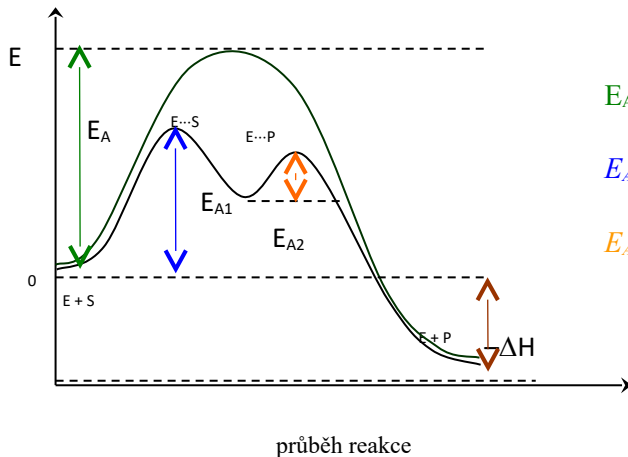
**ENZYMY**

- = biokatalyzátory – tzn. katalyzátory biochemických reakcí
  - katalyzátor = látka ovlivňující rychlost chemické reakce (zvyšuje/zpomaluje), přičemž se sama chemickou reakcí nespoteřobává - vychází z reakce nezměněna
- = látky bílkovinné povahy specializované na katalýzu biochemických reakcí
- známo více než 2500 různých enzymů

Vlastnosti

- snižují aktivační energii (platí obecně pro katalyzátory) = minimální energie potřebná pro uskutečnění reakce

Reakční koordináta = křivka zachycující energetický průběh reakce



- $E_A$  ... aktivační energie potřebná k reakci bez přítomnosti biokatalyzátoru
- $E_{A1}$  ... energie potřebná k vytvoření enzym–substrátového komplexu
- $E_{A2}$  ... energie potřebná k přeměně substrátu na produkt

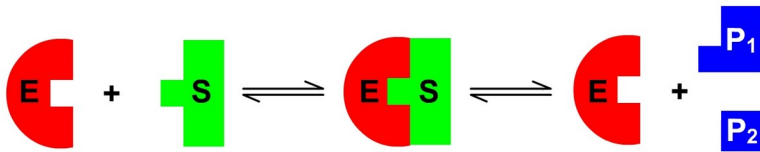
$E_A \gg E_{A1} + E_{A2}$

- substrát (tj. výchozí látka) se naváže na enzym - vznik enzym–substrátového komplexu
- místo v molekule enzymu, kde se substrát naváže = AKTIVNÍ CENTRUM

- část peptidického (bílkovinného) řetězce enzymu s takovou terciální strukturou, která je komplementární ke struktuře substrátu

- způsob navázání substrátu na aktivní centrum objasňuje teorie zámku a klíče:

- struktura aktivního centra enzymu je naprosto komplementární ke struktuře substrátu, substrát do něj zapadá jako „klíč do zámku“



enzym + substrát

komplex  
enzym-substrát

enzym + produkty

- substrát je na aktivní místo navázán prostřednictvím van der Waalových sil, elektrostatických sil a vodíkových můstků

- v aktivním centru dochází zde k přeměně substrátu na produkt a odpojení produktu od enzymu

- během celého procesu zachována terciální struktura enzymu

- energie potřebná k přeměně substrátu na produkt za účasti enzymu je mnohonásobně menší, než energie, kterou by bylo zapotřebí dodat na tu samou reakci, ale probíhající bez účasti enzymu

- zvyšují rychlost reakce (platí obecně pro katalyzátory)

- enzymaticky katalyzované reakce probíhají ještě rychleji než reakce katalyzované chemicky

- enzymaticky katalyzované reakce probíhají:

- při teplotách do 100 °C

- při běžném atmosferickém tlaku (101 kPa)

- bez objemových změn

- při neutrálním pH, výjimku tvoří enzymy trávicí soustavy (např. pepsin, trypsin)

- vykazují specifitu – každý enzym katalyzuje určitou reakci

- dva druhy specifit:

substrátová specifita

- enzym katalyzuje přeměnu jen určitého substrátu

- u složených enzymů ji určuje apoenzym

specifita účinku

- enzym katalyzuje reakci (přeměnu substrátu) jen určitým způsobem

- pouze u složených enzymů, protože ji určuje kofaktor

### Názvosloví

- triviální názvy (např. pepsin, trypsin, ptyalin, ...)

- název substrátu, jehož přeměnu katalyzují + koncovka –áza (např. sacharáza, maltáza, ...)

- název druhu reakce, kterou katalyzují + koncovka –áza (např. reduktázy, oxidázy, ...)

- kód (např. E.C.1.1.1.27), přesné názvosloví od skupiny COOH (nadřazená)

### Dělení

- podle struktury

JEDNODUCHÉ, tvořeny pouze bílkovinnou složkou - jednosložkové

SLOŽENÉ vedle bílkovinné složky obsahují ještě složku nebílkovinnou - dvousložkové

- bílkovinná složka = apoenzym

- podléhá denaturaci

- nese aktivní centrum

- nebílkovinná složka = kofaktor

- tepelně stabilní (kdežto apoenzym teplem denaturuje)

- může jím být:

prostetická skupina

- pevně vázána na apoenzym
- většinou ionty kovů (např.  $Zn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ )
  - enzymy obsahující jako kofaktor iont kovu = metaloenzymy

koenzym

- slabě vázán na apoenzym - schopen se od něj oddisociovat
  - slouží jako přenašeči funkčních skupin/atomů/elektronů/ $H^+$  v reakci, kterou daný enzym katalyzuje
  - např. deriváty vitamínů řady B, nikotinamidu ...
- apoenzym a kofaktor dohromady tvoří HOLOENZYM = fungující složený enzym

- podle typu reakce, který katalyzují

OXIDOREDUKTÁZY

- katalyzují oxidačně redukční procesy | katalyzují přenos  $H^+$  nebo  $e^-$ , reakce s kyslíkem

TRANSFERÁZY

- katalyzují přenos skupin/celých molekul mezi dvěma substráty || dárce a příjemcem (donorem & akceptorem)
- např.

fosofotransferázy - katalyzují přesun fosfátového zbytku, jehož donor je ATP  
aminotransferázy  
transmethylázy  
transacylázy  
transglykosidázy

HYDROLÁZY

- katalyzují hydrolytické štěpení (tzn. štěpení za účasti vody) různých vazeb
- nejvýznamnější hydrolázy:

při těchto štěpeních  
vzniká voda

{ glykosidázy - katalyzují štěpení glykosidických vazeb sacharidů, glykosidů  
lipázy - katalyzují štěpení esterických vazeb triacylglycerolů  
proteázy - katalyzují štěpení peptidických vazeb bílkovin

LYÁZY

- katalyzují: nehydrolytické štěpení vazeb (tzn. takové štěpení vazeb, které neprobíhá za účasti vody), neoxidační štěpení vazeb
  - při těchto procesech dochází ke vzniku dvojné vazby nebo k adici na dvojnou vazbu
- např. dekarboxylázy aminokyselin

IZOMERÁZY

- katalyzují přenos atomů/skupin v rámci téhož substrátu

LIGÁZY

- katalyzují syntézu organických sloučenin za spotřeby ATP | vznik vazeb za současného rozštěpení molekuly ATP

### Katalytická aktivita enzymů

- lze změřit
- jednotka: 1 katal (kat) = množství enzymu, které způsobí přeměnu jednoho molu substrátu za sekundu (za standardních podmínek)
- faktory ovlivňující rychlost enzymatických reakcí:

množství enzymu a substrátu

- rychlost je úměrná množství enzymu a substrátu - čím je jich více, tím reakce probíhá rychleji

## vliv pH

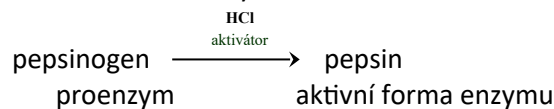
- většina enzymů je neaktivnějších při pH 6-7 - neutrální nebo slabě kyselé prostředí
  - výjimky: pepsin 1,5–2,5
  - sacharáza 3,5–5,5
  - trypsin 7,5–10
  - pankreatická šťáva 8,0

## vliv teploty

- pro většinu enzymů teplotní optimum: 10 – 40 °C
- při vyšších teplotách - nevratná denaturace
- při nižších teplotách - aktivita pouze snížena, ale nezrušena funkce enzymu
  - význam: dlouhodobé uchovávání potravin v mrazničce, přechovávání transplantátů

## vliv aktivátorů a inhibitorů

- látky nacházející se v reakčním prostředí
- souhrnné označení: modifikátory, efektory = látky ovlivňující rychlost enzymatické reakce tím, že vstupují do interakce s enzymem
  - Aktivace= oživení, povzbuzení, zesílení, zvýšení
- řada enzymů je produkována v neaktivní formě = proenzymy (zymogeny)
- aktivátor:
  - zvyšuje rychlost reakce, a to tím, že aktivuje proenzym na fungující enzym odštěpí část jeho molekuly, čímž odblokuje aktivní místo enzymu
  - k aktivaci proenzymu dochází až v místě působení daného enzymu
  - např. ionty kovů ( $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ , ...), kyseliny (HCl), jiné enzymy
- např. aktivace trávicích enzymů



Inhibice= utlumení, zpomalení, snížení

- inhibitor:
  - snižuje rychlost reakce, a to tím, že se naváže na aktivní centrum enzymu
  - strukturně připomínají substráty daných enzymů
  - na produkty se nepřeměňují (tzn. že se pouze na enzym navážou), nebo jen velmi pomalu
  - některé inhibitory se používají jako chemoterapeutika, protože zablokují účinek specifického enzymu (který např. urychluje dělení buněk \ význam při léčení rakoviny)
- dělení – podle typu inhibitoru:
  - Kompetitivní
    - inhibitor a substrát mají natolik podobnou strukturu, že je enzym nedokáže rozeznat)
    - enzym vytvoří komplex vždy s tou látkou, která je ve vyšší koncentraci
    - zvýší-li se koncentrace nenavázané látky, tato látka tu druhou z aktivního centra enzymu vytěsňuje a nahradí ji - inhibice je vratná
  - Nekompetitivní
    - inhibitor se váže na enzym–substrátový komplex
    - navázání vyvolá strukturní změny v enzymu \ enzym se stane katalyticky neúčinným
    - takové inhibitory – např. těžké kovy (Hg, Pb, ...) = enzymové jedy
    - nevratná inhibice
  - Alosterická
    - inhibitor se naváže na jinou část enzymu, než je aktivní místo
    - navázáním dojde ke změně struktury enzymu i ke změně aktivního centra

## 25) Základní suroviny průmyslové organické chemie a produkty mající význam pro praktický život

### PLASTY

- jsou to makromolekulární látky
- složené z většího počtu atomů, seskupeny do dlouhých řetězců
- mají stavební jednotku, která se neustále opakuje (jejich počet určuje polymerační stupeň)
- pokud jsou biologického původu = biopolymery
- strukturní jednotka = nejjednodušší uspořádání stavebních jednotek, nejčastěji u těch, které vznikly polykondenzací

### Kladné vlastnosti

- pevné, odolné vůči chemikáliím
- snadno se tvarují a zpracovávají
- lehké
- dobré tepelné a elektrické izolanty

### Nevhodné vlastnosti

- hořlavé, měkké
- v rozpouštědle nabobtnávají
- nepropouští vodu (pot)
- špatně se rozkládají v přírodě
- vytváří statickou elektřinu

### Dělení podle původu

- a) přírodní - dělí se na původní a chemicky upravené
- b) syntetické

### Dělení podle molekul

- a) lineární - polyalkeny - PE, PP, Teflon
- b) rozvětvené - vznikají spojením lineárních, někde mají příčné vazby
- c) zesíťované - vše je pospojováno příčnou vazbou, např. vulkanizace kaučuku
- d) prostorově zesíťované - fenoaldehydové pryskyřice a aminoplasty

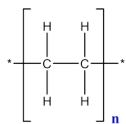
### Dělení podle chování při zvýšené teplotě

- a) termoplasty - mohou se tvarovat i po zahřátí, PE
- b) přechodně tvárné - když vychladnou ztrácí elasticitu, aminoplasty
- c) elastomery - vrací se do původního stavu, kaučuky

### Dělení podle typu chemické reakce podle které vznikly

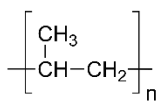
- *polymerací*
- polymerace
  - = polyreakce při které reagují monomery na polymery bez vzniku vedlejších produktů
  - mnohonásobně opakovaná adice
  - vznik polyalkenových a polyvinylových polymerů
  - může mít reakční mechanismus jak radikálový, tak iontový
  - exotermické děje u nichž zanikají násobné vazby, nutno dodržovat nějakou reakční teplotu
  - se zvyšující se teplotou klesá teplotní stupeň - polymerace může být i zastavena

- zástupci



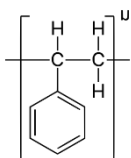
- PE / polyethylen

- vyrábí se z ethylenu
- je pevný, odolný vůči vodě, chemikáliím, mrazu
- na výrobu sáčků, lahví, fólií, užitkových předmětů, vláken



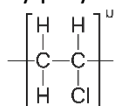
- PP / polypropylen

- vyrábí se polymerací propylenu
- má podobné vlastnosti a využití jako PE, je odolný vůči teplotám do 160°C



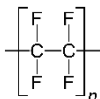
- PS / polystyren

- vyrábí se polymerací styrenu
- tvrdý, průhledný, dobrý izolátor
- neměkčený se používá na výrobu spotřebních předmětů (např. misky)
- měkčený pěnový polystyren slouží jako obalový a izolační materiál



- PVC / polyvinylchlorid

- vyrábí se polymerací vinylchloridu
- málo odolný proti vyšším teplotám (nad 45°C) a mrazu
- neměkčený (novodur) slouží ve formě trubek, desek, jako izolační materiál
- měkčený (novoplast) slouží k výrobě podlahových krytin, hraček, fólií apod.



- teflon / polytetrafluorethylen

- vyrábí se polymerací tetrafluorethylenu
- výborný elektroizolátor, patří mezi nejodolnější plasty (chemicky i tepelně)
- k výrobě zařízení pro chemický průmysl, skluznic lyží, ochranných povlaků nádobí

- kaučuky

- butadienové, izoprenové, butadienstyrenové (kopolymerace - účastní se více druhů monomerů)

- polymethyl-metakrylát

- vyrábí se polymerací methyl-metakrylátu
- průsvitná, sklovitá, pevná hmota, tzv. organické sklo = plexisklo
- k výrobě skel aut a letadel, optických čoček, v zubním lékařství a kostní chirurgii

- PAN / polyakrylonitril

- vyrábí se polymerací akrylonitrilu
- špatně rozpustný, netavitelný materiál
- k výrobě textilních vláken a nátěrových hmot

- polyvinylacetát

- vyrábí se polymerací vinylacetátu
- nehořlavý, dobře přilne k materiálu
- k výrobě nátěrových hmot, lepidel
- latex

## - polykondenzací

### - polykondenzace

- = polyreakce dvou různých monomerů z nichž každý má nejméně dva reaktanty a vzniká při tom vedlejší produkt
- mnohonásobná reakce, adičně-eliminační charakter
- na rozdíl od polymerací má stupňovitý charakter - ze směsi můžeme kdykoliv odebrat makromolekulu z reakce, aniž bychom reakci zastavili
- musíme neustále odstraňovat vedlejší produkt, aby nenastala rovnováha
- endotermické

## zástupci

### - polyestery

- vzniká polykondenzací dvojsytných alkoholů a dikarboxylových kyselin
- polyethyltereftalát
  - tesyl / teryl
  - etandiol + kyselina tereftalová
  - etandiol + dimethyltereftalát

### - polyamidy

- obsahují peptidovou vazbu
- strukturně se od sebe liší
- vznikají polykondenzací diamidů a dikarboxylových kyselin
- pevné, odolné, dobře tvarovatelné, nízký koeficient tření
- jako ložiska, fólie, vlákna
- nylon
  - hexamethyldiamid + dikyselina adipová
- silon
  - u nás polymerací kaprolaktamu
  - kaprolaktam vzniká dehydratací hexaaminohexanové kyseliny

### - pryskyřice

- fenolformaldehydové pryskyřice
  - fenoplasty, bakelit (1907 Backelant)
  - vznikají polykondenzací fenolu a formaldehydu v kyselém prostředí
  - novolak - vzniká následným zesíťováním, termoplast využívaný k výrobě lepidel, tmelů, nátěrových laků
  - když je zasítujeme v zásaditém prostředí, vznikají rezory rezit
  - rezit je nerozpustný, netavitelný, termoset, tmavá barva (žlutá-hnědá), používá se v elektrotechnice a v chemickém průmyslu
- močovinoformaldehydové pryskyřice
  - aminoplasty
  - vznikají polykondenzací močoviny a formaldehydu
  - bílé, bezbarvé - můžeme je barvit
  - dekorační, izolační látky, tmely, umakart, plastové kelímky, přístroje,...
- epoxidové pryskyřice
  - vznikají polykondenzací vícesytných fenolů a sloučenin s epoxidovou vazbou
  - využívají se na výrobu laků a lepidel



- polyadici

- polyadice

- = polyreakce, které se účastní dva různé monomery z nichž každý má nejméně dvě různé funkční skupiny, dochází k postupnému přemísťování vodíkových atomů a nevzniká žádný vedlejší produkt
- může mít stupňovitý charakter nebo řetězový průběh

zástupci

- polyuretan

- vzniká reakcí dvojsytného alkoholu a diizokyanátu (např. 1,4 - butandiol + hexamethyldiizokyanát)
- lehký, pevný
- na výrobu syntetických vláken umělých kůží, lepidel, nábytku, molitan

### Surovinové zdroje organických sloučenin

- přírodní zdroje
- fosilní (staré) - ropa, uhlí, zemní plyn
  - recentní (současné) - dřevo, rostliny, tuky

Ropa

- tmavá olejovitá kapalina tvořená směsí kapalných uhlovodíků, ale může obsahovat i pevné a plynné
- často znečištěná (souvisejí s nalezištěm)
- složení se liší dle původu - v průměru 85% C, 15% H, může být i S, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, písek, soli
- dělí se podle toho, který prvek převažuje
- naleziště: Rusko, Perský záliv, Venezuela, Guinejský záliv

### Zpracování

- musí se mechanicky čistit
- v rafinériích - rektifikační kolona
- frakční destilací (za normálního tlaku nebo vakuová)
- zahříváním na 200°C v trubkových pecích a dalším zvyšováním teploty získáváme frakce

### Frakce

a) plynné uhlovodíky

b) lehký benzín

- získaný z ropy není příliš kvalitní
- přeměňuje nerozvětvené uhlovodíky na rozvětvené a cyklické
- kvalitu určuje oktanové číslo (čím vyšší, tím lepší) - vyjadřuje vliv složení paliva na detonaci (klepání) motoru
- zlepšujeme ho reformováním - zvyšováním oktanového čísla (dříve např. přidávání tetraethylolova)

c) těžký benzín

d) petrolej

- palivo do turbínových motorů
- na výrobu benzínu, získává se krakováním za vysokých teplot

e) plynové oleje

- palivo do dieselových motorů

f) mazut

- destilační zbytek, neekologické topivo
- vakuově získá dalších tří frakcí
  - vakuový plynový olej, těžký olej, asfalt

## Zemní plyn

- směs plynných uhlovodíků, kde převažuje methan (60-97%)
- ložiska se nachází tam kde ropa ale i uhlí nebo samostatně
- musí se odstranit nečistoty, často obsahuje i jiné plyny (He, N, CO<sub>2</sub>)
- užívá se jako topný plyn, na výrobu organických látek (methanol, HCl)
- přepravuje se v plynovodech
- pokud je čistý, není cítit - odorizace (přidávají se thiole)
- vyrábí se z něj syntézní plyn (směs vodíku a CO)

## Uhlí

- pevné palivo
- směs makromolekulárních látek vzniklá z odumřelých rostlin a organismů (rozkladem)
- převažuje C, pak H<sub>2</sub>, S, O<sub>2</sub>

### Rozdělení podle obsahu C a stáří

- antracit 90-95%
- černé uhlí 80-90%
- hnědé uhlí 60-75%
- lignit 50-60%
- rašelina <50%

### Zpracování

- karbonizací (za vysokých teplot, bez přístupu vzduchu) - vede k rozkladu, hlavně u černého uhlí
- následný zisk tří částí:
  - koks - k výrobě Fe, acethylenu
  - koksárenský (karbonizační) plyn - nejdřív se ochladí a pak se zbavuje dehtu, amoniaku
    - průmyslové palivo (svítiplyn), jedovatý
  - dehet - smradlavá, černá kapalina, zdroj arenů
    - frakční destilací se získává dehtová směla