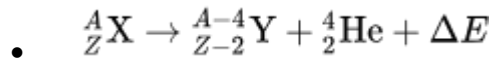


Stavba atomu – jádro

- PROTON:
  - Základní elementární částice
  - Základní stavební částice hmoty
  - Má určující vliv na vlastnosti atomu
  - Má kladný jednotkový náboj  $1,602176 \cdot 10^{-19} \text{C}$
  - Hmotnost protonu činí  $1,672 \cdot 10^{-27} \text{kg}$  (to je o 1836x víc než hmotnost elektronu)
  - Stabilní částice
  - Spolu s neutrony tvoří nukleony
  - Hmotnost protonu je stejná jako hmotnost neutronu
- NEUTRONY:
  - Subatomární částice s neutrálním nábojem
  - Jedna ze základních stavebních částic atomového jádra
  - Vlastnosti: mimo atomové jádro je nestabilní, rozpadá se na proton, elektron, elektronové antineutrino
  - Dělení dle kinetické energie:
    - Chladné, tepelné, rezonanční, neutrony středních energií, rychlé neutrony, neutrony s vysokými energiemi a neutrony s velmi vysokými energiemi
- Z:
  - = protonové číslo
  - Udává počet protonů v jádře
  - Stejný počet protonů a elektronů, proto Z udává i počet elektronů v elektronovém obale
  - Shodné s pořadovým číslem prvku v tabulce
- A:
  - = nukleonové číslo
  - Celkový počet nukleonů v jádře
  - NUKLEONY = protony + neutrony
  - Rozlišujeme různé izotopy daného chemického prvku
  - Součet atomového + neutronového čísla
  - Je blízké relativní atomové hmotnosti  $A_r$  jádra
- N:
  - = Neutronové číslo
  - Udává počet neutronů v jádře
  - Určuje se jako  $N = A - Z$
- IZOTOPY:
  - Označení pro nuklid v rámci souboru nuklidů jednoho chem. prvku
  - Jádra atomů izotopů jednoho prvku mají stejný počet protonů, ale rozdílný počet neutronů
  - Mají stejné atomové číslo, ale rozdílné hmotnostní číslo a atomovou hmotnost
  - ISO (stejno) TOPOS(místo) v PSP na stejném místě

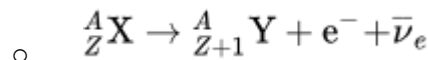
- Izotopy mají prakticky totožné chemické vlastnosti, rozdíl je, že některé reagují pomaleji
- Fyzikální vlastnosti izotopů se odlišují
  - Nejčastější odlišnost je jejich stálost, některé nejsou stabilní a podléhají radioaktivnímu rozpadu
- PŘÍKLADY:
  - $^1_1\text{H}$  – protium;  $^2_1\text{H}$  – deuterium;  $^3_1\text{H}$  – tritium = izotopy vodíku
  - $^{12}_6\text{C}$  – uhlík 12;  $^{13}_6\text{C}$  – uhlík 13 – využívá se v NMR spektroskopii;  $^{14}_6\text{C}$  – uhlík 14 (radiouhlík) datování – radiokarbonová metoda; slouží pro zjištění stáří biologického materiálu
- NUKLIDY:
  - Látka složená z atomů totožného prvku, mají stejná nukleonová čísla
  - Soubor atomů se stejným A a Z
- HMOTNOST ATOMU:
  - Atom hodně malá částice, takže bychom ji těžko vážili
  - Zavedena atomová hmotnostní jednotka **u** a všechny hmot. atomu se vyjadřují v této jednotce
  - $u$  = přesně taková hmotnost kolik váží 1/12 atomu uhlíku  $^{12}_6\text{C}$
  - $1u = m(^{12}\text{C})/12 = 1,66057 \cdot 10^{-27}\text{kg}$
  - Uhlík má 12 nukleonů, jeho hmotnost vydělíme 12 a získáme tak hmotnost 1 nukleonu. To je přibližně hmotnost vodíku  $^1_1\text{H}$
  - RELATIVNÍ ATOMOVÁ HMOTNOST:
    - $A_r = m(\text{prvku})/m_u$   $A_r$  najdeme v PSP
    - = poměr atomové hmotnosti příslušného prvku k atomové hmotnostní jednotce
- STABILITA JÁDRA
  - Je určena počtem protonů a neutronů
  - Nejstabilnější je Fe
  - Hranicí stability je Bismut (83 protonů)
  - Všechna větší jádra už nejsou schopná kvůli el. Odpudivosti držet stabilně pohromadě a podléhají samovolnému rozpadu.
- VAZEBNÁ ENERGIE JÁDRA:
  - Práce, která je třeba vykonat k rozložení jádra na jednotlivé nukleony
  - Čím je větší, tím je jádro stabilnější
- RADIOAKTIVITA:
  - Schopnost atom. Jader některých prvků se samovolně přeměňovat na atomová jádra jiných prvků za současného vyzařování neviditelného rad.záření
  - POLOČAS ROZADU: doba za kterou se z výchozího počtu atomů přemění právě jedna polovina
  - PŘIROZENÁ RADIOAKTIVITA: samovolný rozpad v přírodě se vyskytujících radionuklidů (v přírodě asi 50)
  - TYPY ZÁŘENÍ:
    - **Záření alfa:**
      - Proud rychle letících jader helia ( $^4_2\text{He}$ , částice )

- Proniká několika centimetrovou vrstvou vzduch
- Silné ionizační účinky
- Ale záření je velmi slabé, lze odstínit papírem
- Rozpad :
- Nově vzniklý prvek má A o 4 jednotky menší a Z má o 2 jednotky menší než původní atom



▪ **Záření beta:**

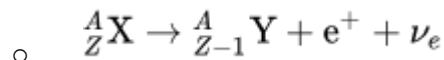
- Je asi 100x pronikavější než
- Má menší ionizační účinky
- Dělíme ho na Beta -



- Jedná se o emitaci elektronu a antineutrína za změny jednoho neutronu v jádře na proton

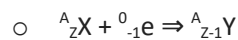
- A

- Beta+



- Za emitace pozitronu (antičástice k elektronu) a neutrína za přeměny jednoho protonu jádra na neutron

- Záchyt elektronu



- U jader s přebytkem protonů dochází k zachycení jednoho elektronu jádrem za přeměny protonu na neutron, tímto vznikne excitovaný stav, který je vyrušen přeskokem elektronu do nižší slupky, aby zaplnil to místo tam a vyzařením fotonu

•

▪ **Záření gamma:**

- Elektromagnetické vlnění podobně jako světlo, má ale mnohokrát větší energii
- Nejpronikavější jaderné záření
- Doprovází záření
- Toto záření nelze plně odstínit
- Je to ionizující záření
- Doprovází ostatní rozpady, slouží k vyzaření přebytečné energie aby nastala stabilita

○ **UMĚLÁ RADIOAKTIVITA:**

- Samovolný rozpad umělých radionuklidů

▪ **UMĚLÉ RADIONUKLIDY :**

- působením jiných částic nebo záření na stabilní nuklidy
- Tímto způsobem byly získány i transurany (aktinoidy s vyšším Z než uran)
- Je jich známo více než 1000

- **JADERNÁ REAKCE:**

- Přeměny jader, které nastanou při srážkách jader s jinou částicí
- TYPY:
  - Štěpné reakce
    - Rozpad těžšího jádra na dvě lehčí
    - Využití v jaderných reaktorech (elektrárnách)
    - Jaderné bomby
  - Termonukleární reakce (fúze)
    - Spojováním lehkých jader jsou syntetizována jádra těžší
    - Jsou zdrojem energie hvězd
    - Účinek je zneužíván v termonukleárních zbraních
    - Vodíková bomba
- JADERNÉ REAKTORY:
  - Zařízení využívající energie uvolněné při řízeních štěpných reakcích
  - Na atomová jádra  $^{235}\text{U}$  dopadá neutron, a může jej štěpit na 2 jádra jiných prvků přičemž se uvolní energie a 2-3 další neutrony ty mohou pak vyvolat další štěpení -> řetězová reakce
  - ŠTĚPNÁ REAKCE: vyvolána pouze štěpnými neutrony. Které se pohybují dostatečně pomalu
  - Neutrony jsou zpomalovány pomocí tzv: MODERÁTORU = látka, která neutrony zpomalí, ale nepohlčí (např.: grafit)
  - Pohybuje – li se příliš rychle, je pohlcen
  - Uvolněná energie je teď energie je přiměřena na elektrickou
  - Je nutné udržovat počet štěpných neutronů na optimální hodnotě
- ATOMOVÉ ZBRANĚ:
  - Princip řetězové jaderné reakce
  - Energie se, ale uvolňuje neřízeně

### **Modely atomu:**

- **Thompsonův model** - (Pudinkový model). Podle Thompsonova modelu se atom skládá z elektronů a ty jsou obklopeny kladnými náboji, které vyvažují elektrony. (jako kdyby byly záporně nabitě rozinky obklopené kladně nabitým pudinkem)
  1. NEDOSTATEK: nevysvětluje původ sil, které brání tomu, aby se kladný náboj nerozletěl působením odpudivé Coulombovské síly
- **Rutherfordův model** – (Planetární) kolem jádra obíhají elektrony po určitých drahách jako planety kolem Slunce
  1. NEDOSTATEK: pohybující se elektron kolem jádra vysílá elmag. záření a tudíž ztrácí svou energii a rychle padá působením přitažlivé elektrické síly do jádra (zhroutil atomu)
- **Bohrův model** - Bohrův model je následníkem Rutherfordova modelu atomu a předchůdcem kvantově - mechanického modelu atomu.
  1. NEDOSTATEK: model není prostorový
- **Bohrovy postuláty:**
  1. Elektrony se pohybují po kružnicových trajektoriích (hladinách), na nichž nevyzařují žádné elektromagnetické záření.
  2. Při přechodu z jedné hladiny na druhou elektron vyzáří (pohlčí) právě 1 foton.

3. Jsou dovoleny ty trajektorie, jejichž moment hybnosti  $L$  je  $n\hbar$ , kde  $n = 1, 2, 3, \dots$ ; a  $\hbar$  je redukovaná Planckova konstanta.
- **Schrodingerův MODEL (KVANTOVĚ MECHANICKÝ) - 1926**
  1. zavádí **pravděpodobnostní** výskyt elektronu v atomu v orbitalech
  2. A princip neurčitosti a dualismus hmoty
  3. Používáme dodnes
  4. Pracuje se tam se schrodingerovou rovnicí

**Jádro:** vnitřně kladně nabitá část atomu, skládá se z protonů a neutronů

**Elektronový obal:** systém elektronů vázaných k jádru atomu

**Elektrony :**

- částice se záporným elektrickým nábojem
- je jimi tvořeno záření  $\beta^-$
- záporný elementární náboj
- antičástice Pozitron

**Izotony:**

- dvojice různých atomů, které mají rozdílný počet protonů, ale stejný počet neutronů

**Izobary:**

- skupiny nuklidů různých prvků, které ale mají stejný počet nukleonů
- liší se atomovým číslem, ale mají stejné číslo nukleonové

## **POPIS JÁDRA**

**Nukleony:**

- společný název pro proton a pro neutron

**Hmotnostní schodek:**

- hmotnostní rozdíl mezi skutečnou a očekávanou hmotností jádra
- značí se  $m$

**Vazebná energie a její souvislost se skutečnou  $m$  jádra**

- Skutečná hmotnost jádra je menší než ta, kterou očekáváme

**Vazebná energie a její souvislost se stabilitou jádra**

- čím je energie větší, tím je jádro stabilnější

## **RADIOAKTIVITA**

**Příčiny radioaktivity:** Schopnost nestabilního atomového jádra přeměnit se na jiné, stabilnější atomové jádro

**Jaderná rovnice = jaderné reakce**

### ***Posuvové zákony***

- 1) Jestliže prvek vyžáří částici alfa, posune se o 2 místa v tabulce doleva.
- 2) Vyžáří-li prvek částici beta mínus, posune se v tabulce o 1 místo doprava.
- 3) Vyžáří-li prvek částici beta plus, posune se v tabulce o 1 místo doleva.

**Rentgenové záření** (starším názvem **záření X** či **paprsky X**) je forma elektromagnetického záření o vlnových délkách 10nanometrů až 1 pikometr. Využívá se při lékařských vyšetřeních

**Rozpadová řada:** řada radioaktivních přeměn nestabilních izotopů prvků končící izotopem stabilním.

**Jad.reakce x radioaktivita:** Jaderné reakce dochází ke srážení se dvou částic, radioaktivita dochází k rozpadu jedné částice. U jad.reakce se VL nazývají terč a projektil.

**Využití umělé radioaktivity:** využití pro získání energie a jako radioizotopy ke značení ve vědě a v medicíně

**Transmutace:** vznik nového prvku, ale neradioaktivního, např.: transuranů

## Stavba atomu – elektronový obal

### Kvantově mechanický model atomu

- Modely jádra atomu
  - Kapkový- vysvětluje štěpení jader vazebnou energií
  - Sloupkový – vysvětluje radioaktivitu
- Modely elektronového obalu
  - Kvantově mechanický
  - TYPY MODELŮ:
    - Planetární – kolem jádra obíhají elektrony po určitých drahách jako planety kolem Slunce
    - Kvantový – elektrony mohou obíhat kolem jádra po určitých drahách s konstantní energií. Ke změně energie může dojít jen po určitých dávkách tzv.: kvantech
    - Vlnový- (mechanický) vychází z teorie nazývané vlnová (kvantová) mechanika. Předpokládá, že elektrony se kolem jádra nepohybují v určitých drahách, ale v trojrozměrném prostoru, v němž lze polohu elektronu určit jen s jistou pravděpodobností.

**Dualismus hmoty**= elektron se chová jako částice a zároveň jako vlnění-> proto nelze přesně stanovit, kde se v daném čase nachází-> platí tzv. **princip neurčitosti**

Prostor, ve kterém se pravděpodobně nachází elektron se nazývá **orbital**.

Chceme-li popsat elektron, musíme znát hodnoty všech **kvantových čísel**, které vyplynuly z řešení **Schrodingerovi rovnice**

### Popis orbitalu kvantovými čísly

- Hlavní kvantové číslo **n**
  - vyjadřuje velikost orbitalu a tím i energii elektronu
  - Určuje příslušnost elektronu do jedné z energetických vrstev
  - Tzv: slupek
  - Čím je n větší, tím je větší velikost orbitalu a energie elektronu.
- Vedlejší kvantové číslo **l**
  - Charakterizuje tvar orbitalu a energii v orbitalu
  - Označení: s, p, d, f
  - Nabývá hodnot od 0 až po (n-1)
  - S je koule, p – osmička, d – 2x osmička, f 8x osmička
- Magnetické kvantové číslo **m**
  - Vyjadřuje prostorovou orientaci orbitalu a magnetický moment hybnosti elektronu
  - Orbitaly s rozdílným m, ale stejným l a n jsou vůči sobě degenerované
  - Nabývá hodnot od -l až po +l
- Spinové kvantové číslo **s**
  - Udává rotační impuls

- Nepopisuje chování orbitalu
- Nabývá hodnot  $+1/2$  až  $-1/2$
- Dva elektrony s opačnou hodnotou spinu vytvářejí v témže orbitalu elektronový pár

### Způsoby znázorňování orbitalů

- Pomocí **Rámečků:**
  - Všechny orbitaly se znázorňují pomocí stejně velkých rámečků
  - U degenerovaných orbitalů se příslušný počet rámečků spojí
  - Elektrony se znázorňují šipkami umístěnými v odpovídajících rámečcích (jestliže jsou v jednom orbitalu dva elek., liší se spinem)
- Pomocí **Hlavního a vedlejšího kvan.čísla:**
  - Hlavní kvantové číslo  $n$  se zapisuje velkou arabskou číslicí před malým písmenem značícím typ orbitalu
  - Počet elektronů se zapisuje pomocí exponentu

### Pravidla zaplňování orbitalů elektrony

- Pauliho princip výlučnosti
  - V jednom orbitalu mohou být max dva elektrony, liší se hodnotou spin. Kvan. Číslo
- Hundovo pravidlo
  - V degenerovaných orbitalech vznikají elek. Páry teprve po zaplnění každého orbitalu jedním elektronem
  - Všechny nespárované elektrony mají stejný spin
  - Orbitaly s energií nižší se zaplňují dříve než orbitaly s energií vyšší
- Výstavbový princip
  - $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, \dots$

### Elektronová konfigurace

- Popisuje uspořádání elektronů v elektronovém obalu
- Zkrácený zápis pomocí vzácného plynu
- 3 způsoby:
  - ${}_{35}\text{Br}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$
  - ${}_{35}\text{Br}: [{}_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^5$
  - ${}_{35}\text{Br}: 4s^2 4p^5$

### Valenční elektrony

- Nachází se v poslední vrstvě el.obalu
- Mají největší energii
- Účastní se chem. reakcí
- Tvoří vazby mezi atomy
- Znázornění pomocí Lewisovy struktury= val. Elektrony jsou znázorněny jako tečky kolem prvku



## Základní stav atomu

- Nejnižší energetický stav atomu
- Elektrony v drahách nejbližších jádru atomu

## Excitovaný stav atomu

- Elektrony v elek.obalu jsou přeneseny do vyšších energetických vrstev
- Může zvyšovat vaznost atomu

## PSP jako grafické vyjádření struktury elek. Obalu

- Grafickým vyjádřením periodického zákona je periodická tabulka prvků, v níž jsou prvky uspořádány takto:
  - Podle vzrůstajícího protonového čísla
  - Do 7 vodorovných řad - Period (označených arabskými číslicemi 1-7), délka periody a tvar tabulky jsou voleny tak, aby podobné prvky byly umístěny pod sebou
  - Do 18 svislých sloupců – Skupin (označených arabskými číslicemi 1-18)
  - Aby nebyla tabulka příliš dlouhá, vyčleňuje se ze 6. periody 14 prvků za lanthanem tzv.:Lanthanoidy, a ze 7. periody 14 prvků za aktinem tzv.: aktinoidy, což jsou prvky vnitřně přechodné
  - Nepřechodné prvky: (Skupiny I.A – VIII.A)
    - S – prvky: jejichž val.elektrony obsazují pouze hladiny  $ns^{1-2}$ , kde n je rovno číslu periody (prvky 1. a 2. skupiny + helium)
    - P – prvky: jejichž val.elektrony obsazují pouze hladiny  $ns^2$  a  $np^{1-6}$ , kde n je rovno číslu periody (prvky 3.-18.skupiny)
  - Přechodné prvky: (Skupiny I.B – VIII.B)
    - D-prvky: jejichž val.elektrony obsazují pouze hladiny  $ns^2$  a  $(n-1)d^{1-10}$ , kde n je rovno číslu periody (prvky 3.-12.skupiny)
  - Vnitřně přechodné prvky:
    - F-prvky: jejichž val.elektrony obsazují pouze hladiny  $ns$  a  $(n-2)f$ , popřípadě i  $(n-1)d$ , tzv.: lanthanoidy a aktinoidy

### Kovy-

Přechodné a vnitřně přechodné prvky, vlastnosti: kovový lesk, kujnost, tažnost, elektrická a tepelná vodivost, nízká elektronegativita->snadná tvorba kationtů, malá ionizační energie, zásadotvorný charakter

### Nekovy-

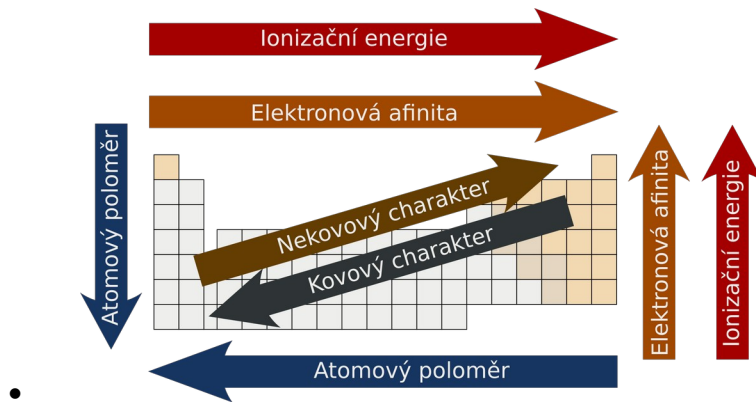
Vodík + prvky v pravém horním rohu,halogeny

Vysoká elektronegativita-> snadná tvorba aniontů (Cl-)

kyselinotvorný charakter (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

## Periodický zákon

- Vlastnosti prvků, jsou periodickou funkcí jejich protonového čísla



### Oktetové pravidlo

- Poprvé formuloval fyz.chemik Richard Abegg
- = atomy vytvářejí tolik vazeb, aby sdílením elektronů dosáhly stabilní konfigurace vzácného plynu ( $s^2p^6$ )
- Elektrony zprostředkující vazby se počítají do val. vrstvy obou atomů
- Nelze uplatnit u prvků vyšších period a některých sloučenin fosforu, síry a chloru -> moc valenčních elektronů

### Prvky elektro pozitivní

- Jsou to prvky, které vznikem kationtu dosáhnou elektronové konfigurace předcházejícího vzácného plynu

### Prvky elektronegativní

- Prvky, které vznikem aniontu dosáhnou elektronové konfigurace následujícího vzácného plynu.

### Periodické vlastnosti prvků

- **Změna velikosti atomu:** Velikost atomů se v dané periodě zmenšuje s rostoucím Z (elektrony přibývající v jedné vrstvě jsou stále silněji přitahovány rostoucím nábojem jádra).
- Velikost atomů se v dané hlavní skupině zvětšuje s rostoucím Z
- **Změna elektronegativity:**  
Směrem doprava roste  
Příčina-zvyšující se protonové číslo, zvyšuje se množství elektronu a přitažlivé síly  
Směrem dolů klesá

Příčina- s rostoucím hlavním kvantovým číslem jsou valenční elektrony ve vzdálenější slupce od jádra, a tak jsou jádrem méně přitahované a je snadnější je z obalu vytrhnout, tím pádem klesá elektronegativita

- **Ionizační energie:** práce potřebná k odtržení a úplnému vzdálení nejslaběji poutaného elektronu z atomu v základním stavu
- **Elektronová afinita:** energie, která se uvolní (nebo kterou musíme dodat) při přidání jednoho elektronu k atomu
- **Změna acidobazického charakteru některých sloučenin:**
  - Polarita vazby
  - Velikost atomu
  - Oxidy: kyselin, zásad, amorfních látek a netečné
  - **ACIDOBAZICKÉ VLASTNOSTI: oxidy vlevo jsou zásaditého charakteru (s vodou vzniká zásada), oxidy vpravo jsou kyselého charakteru (s vodou vzniká kyselina); amfoterní mají obojí vlastnosti a závisí na podmínkách**
  - \* zleva roste síla kyselin a klesá síla zásad

#### **Změna skupenství v tabulce:**

**Kapalné prvky- Hg, Br**

**Plynné- H, He, N, O, F, Ne, Cl, Ar, Kr, Xe, Rn**

**Pevné- ostatní**

**Vznik aniontů:** elektrony se po odtržení mohou spojit s jinou, dosud neutrální částicí, a vzniká záporně nabitý ion – anion

Určování max a min náboje iontu:- kolik může přijmout nebo dát elektronů

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	VIII	VIII	I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
Vodík 1 <b>H</b> 1,00794(7)																	Helium 2 <b>He</b> 4,002602(2)
Lithium 3 <b>Li</b> 6,941(2)	Beryllium 4 <b>Be</b> 9,012182(3)																
Sodík 11 <b>Na</b> 22,989770(2)	Hafnium 12 <b>Mg</b> 24,3040(6)																
Draslík 19 <b>K</b> 39,0983(1)	Vápník 20 <b>Ca</b> 40,078(4)	Skandium 21 <b>Sc</b> 44,955910(8)	Titan 22 <b>Ti</b> 47,867(1)	Vanad 23 <b>V</b> 50,9415(1)	Chrom 24 <b>Cr</b> 51,9961(6)	Mangan 25 <b>Mn</b> 54,938044(9)	Železo 26 <b>Fe</b> 55,845(2)	Kobalt 27 <b>Co</b> 58,933200(9)	Nikl 28 <b>Ni</b> 58,6934(2)	Měď 29 <b>Cu</b> 63,546(3)	Zinek 30 <b>Zn</b> 65,38(2)	Gallium 31 <b>Ga</b> 69,723(1)	Germanium 32 <b>Ge</b> 72,61(2)	Arzen 33 <b>As</b> 74,92160(2)	Selen 34 <b>Se</b> 78,96(3)	Brom 35 <b>Br</b> 79,904(1)	Krypton 36 <b>Kr</b> 83,80(1)
Rubidium 37 <b>Rb</b> 85,4678(3)	Stroncium 38 <b>Sr</b> 87,62(1)	Yttrium 39 <b>Y</b> 88,90586(2)	Zirkonium 40 <b>Zr</b> 91,224(2)	Niob 41 <b>Nb</b> 92,90638(2)	Molybden 42 <b>Mo</b> 95,94(1)	Technecium 43 <b>Tc</b> (98,9063)	Ruthenium 44 <b>Ru</b> 101,07(2)	Rhodium 45 <b>Rh</b> 102,90550(2)	Palladium 46 <b>Pd</b> 106,42(1)	Stříbro 47 <b>Ag</b> 107,8682(2)	Kadmium 48 <b>Cd</b> 112,411(8)	Indium 49 <b>In</b> 114,818(3)	Cín 50 <b>Sn</b> 118,710(7)	Antimon 51 <b>Sb</b> 121,760(1)	Tellur 52 <b>Te</b> 127,60(3)	Jod 53 <b>I</b> 126,90447(3)	Xenon 54 <b>Xe</b> 131,29(2)
Ceolium 55 <b>Cs</b> 132,90545(2)	Baryum 56 <b>Ba</b> 137,327(7)	57-70 Lanthano- idy	Hafnium 72 <b>Hf</b> 178,49(2)	Tantal 73 <b>Ta</b> 180,9479(1)	Wolfram 74 <b>W</b> 183,84(1)	Rhenium 75 <b>Re</b> 186,207(1)	Osmium 76 <b>Os</b> 190,23(3)	Iridium 77 <b>Ir</b> 192,222(3)	Platina 78 <b>Pt</b> 195,078(2)	Zlato 79 <b>Au</b> 196,96655(2)	Rtuť 80 <b>Hg</b> 200,59(2)	Thalium 81 <b>Tl</b> 204,3833(2)	Olovo 82 <b>Pb</b> 207,2(1)	Bismut 83 <b>Bi</b> 208,98038(2)	Polonium 84 <b>Po</b> (209,9824)	Astat 85 <b>At</b> (209,9871)	Radon 86 <b>Rn</b> (222,0176)
Francium 87 <b>Fr</b> (223,0187)	Radium 88 <b>Ra</b> (226,0254)	89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 <b>Rf</b> (261,10)	Dubnium 105 <b>Db</b> (262,1144)	Seaborgium 106 <b>Sg</b> (263,106)	Bohrium 107 <b>Bh</b> (264,12)	Hassium 108 <b>Hs</b> (265,106)	Mitrium 109 <b>Mt</b> (268)	Ununnilium 110 <b>Uun</b> (269)	Ununnilium 111 <b>Uuu</b> (272)	Ununbium 112 <b>Uub</b> (277)						

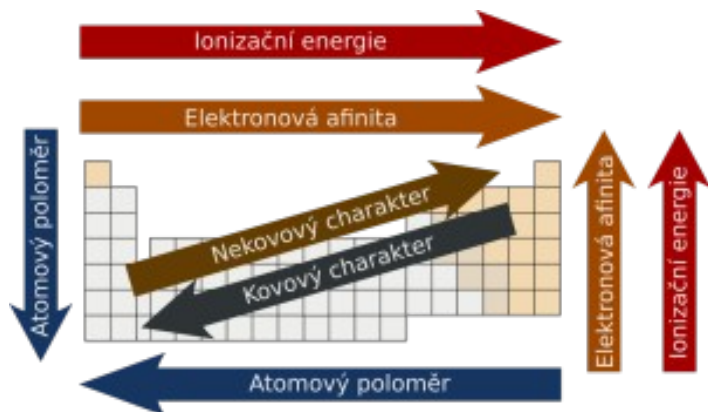
■ nekovy  
■ alkalické kovy  
■ alkalické zemní kovy  
■ vzácné plyny  
■ halogeny  
■ metalloidy  
■ přechodné kovy  
■ jiné kovy  
■ vzácné zemní prvky

○ název prvku  
○ protonové číslo  
○ značka prvku  
○ relativní atomová hmotnost

Lanthanoidy:	Lanthan 57 <b>La</b> 138,905(2)	Cer 58 <b>Ce</b> 140,116(1)	Praseodym 59 <b>Pr</b> 140,90765(2)	Neodym 60 <b>Nd</b> 144,24(3)	Promethium 61 <b>Pm</b> (144,9127)	Samarium 62 <b>Sm</b> 150,36(3)	Europium 63 <b>Eu</b> 151,964(1)	Gadolinium 64 <b>Gd</b> 157,25(3)	Terbium 65 <b>Tb</b> 158,92534(2)	Dysprosium 66 <b>Dy</b> 162,50(3)	Holmium 67 <b>Ho</b> 164,93032(2)	Erbium 68 <b>Er</b> 167,26(3)	Thulium 69 <b>Tm</b> 168,93421(2)	Ytterbium 70 <b>Yb</b> 173,04(3)	Lutecium 71 <b>Lu</b> 174,967(1)
Aktinoidy:	Aktinium 89 <b>Ac</b> (227,02871)	Thorium 90 <b>Th</b> 232,0381(1)	Protaktinium 91 <b>Pa</b> 231,03688(2)	Uran 92 <b>U</b> 238,02891(1)	Neptunium 93 <b>Np</b> (237,0482)	Plutonium 94 <b>Pu</b> (244,0642)	Amercium 95 <b>Am</b> (243,0614)	Curium 96 <b>Cm</b> (247,0703)	Berkelium 97 <b>Bk</b> (247,0703)	Kalifornium 98 <b>Cf</b> (251,0796)	Einsteinium 99 <b>Es</b> (252,0830)	Fermium 100 <b>Fm</b> (257,0951)	Mendelevium 101 <b>Md</b> (258,1084)	Nobelium 102 <b>No</b> (259,1011)	Lavrencium 103 <b>Lr</b> (262,101)

### Histori PSP:

- 1789 Lavoisier – kovy a nekovy
- 1817 Doebereiner – triády
- 1818 Berzelius – podle reaktivity
- 1863 Newlands – oktávy
- 1864 Mayer – graf. závislost vlastnosti prvků na atomovém čísle, nepřesnosti
- 1869 Mendělejev – periodický zákon
- 1871 PSP – grafické znázornění peri.zákona





### 3.

#### **Chemická vazba**

= interakce, která k sobě navzájem poutá sloučené atomy prvků v molekule (nebo ionty v krystalu) prostřednictvím valenčních elektronů

Obecně platí:

- CHV vznikají a zanikají při CHR
- Při tvorbě CHV se uvolňuje energie, tzv. **vazebná energie**
- Pro rozštěpení CHV je nutno dodat energii, tzv. **disociační energii**
- **En. vazebná a disociační** mají stejnou velikost a udávají se v kJ/mol, čím je vazebná (disociační) en. větší tím je vazba pevnější
- **Podmínkou vzniku CHV** je dostatečné přiblížení atomů, které mají dostatečně vysokou energii a správnou prostorovou orientací
- **Délka CHV** je vzdálenost jader atomů vázaných v molekule. Závisí na velikosti atomů, násobnosti vazby a hybridizace

#### **Vaznost**

- Množství vazeb, které může atom tvořit

#### **Oxidační číslo**

- Součet pozitivních a negativních nábojů v atomu. Nepřímo udává počet přijatých nebo odevzdaných elektronu. Smysl má toto číslo jen v případě, že se atom účastní iontové polární vazby

#### **Typy vazeb**

- **Kovalentní** = je založena na vzájemném sdílení ele.páru. Kov.vazbu lze rozdělit dle několika hledisek:
  - **Elektronegativity:**
    - **Polární** - rozdíl elektronegativity je mezi 0,4 a 1,7
    - **Nepolární** - rozdíl elektronegativity je menší než 0,4
    - **Iontová** - rozdíl elektronegativity je větší než 1,7
  - **Násobnost vazby:**
    - **Jednoduchá:** na vzniku se podílí 1 valenční elektron (H-H, H-Cl)
    - **Dvojná:** na vzniku se podílí 2 valenční elektronové páry (O=O)
    - **Trojná:** na vzniku se podílí 3 valenční elektronové páry (N<sub>2</sub>)
  - **Typy překryvu**
    - **Vazba sigma:** překryvem orbitalu s jiným orbitalem vzniká 1 molekulový orbital, jehož největší elektronová hustota je právě na spojnici jader. tvar mlk orbitalu může připomínat citrón
    - **Vazba pí:** překryvem orbitalu p s orbitaly typu p a d, vznikají 2 mlk orbitaly s největší elektronovou hustotou pod a nad spojnici jader. Jejich tvar může připomínat fazole.
      - Vazba pí je kratší a méně stálá než sigma.
- **Koordinálně kovalentní** (donorakceptorová) vzniká, když jeden atom poskytne elek.pár (donor) a druhý prázdný orbital(akceptor)

- **Kovová:** nachází se u kovů. Její podstatou je překrývání se valenčních orbitalů, ale ve struktuře kovu je každý atom obklopen větším počtem atomů (8-12) než je počet jeho val.elektronu podílejících se na vzniku vazeb
- **Způsoby vyjadřování hmotnosti molekuly, typy vzorců**
  - Bude doplň. Od Žab.
- **Slabé vazebné interakce mezi částicemi látky**
  - **Van der Waalovy síly:** podstata = vzájemné působení molekulových diólů. Existence dipólů je důsledkem okamžitých nerovnoměrností v rozložení elektronové hustoty v mlk.
  - **Vodíková vazba (můstek)** Na pomezí CHV a mezzimolekulových sil. U sloučenin H s F,O,N. Vysvětlení = existence silně polárních vazeb. Vychází z vysokých rozdílů elektronegativity.
- **Vazby v pevných látkách – látky amorfní a krystalické** Bude doplň. Od Žab
- **Typy krystalů (izomorfie a polymorfie)** Bude doplň. Od Žab
- **Vliv struktury na vlastnosti látek** Bude doplň. Od Žab

### 3.

## Chemická vazba

=síly mezi atomy

= interakce, která k sobě navzájem poutá sloučené atomy prvků v molekule (nebo ionty v krystalu) prostřednictvím valenčních elektronů

- proč vznikají? – atomy mají snahu přejít na stabilní elektronovou strukturu
- ke vzniku i štěpení chemických vazeb dochází při chemických reakcích
- vzniká tak nové uspořádání jader a elektronů slučujících se atomů, které má nižší energii, než volné atomy = stálejší

Obecně platí:

- CHV vznikají a zanikají při CHR
- Při tvorbě CHV se uvolňuje energie, tzv. **vazebná energie**
- Pro rozštěpení CHV je nutno dodat energii, tzv. **disociační energii**
- **En. vazebná a disociační** mají stejnou velikost a udávají se v kJ/mol, čím je vazebná (disociační) en. větší tím je vazba pevnější
- **Podmínkou vzniku CHV** je dostatečné přiblížení atomů, které mají dostatečně vysokou energii a správnou prostorovou orientaci
- **Délka CHV je vzdálenost jader atomů vázaných v molekule. Závisí na velikosti atomů, násobnosti vazby a hybridizace**

### **Vaznost**

- Množství vazeb, které může atom tvořit
- Je-li **vaznost menší než obvyklá**, částice nese **záporný náboj (OH<sup>-</sup>)**
- Je-li **vaznost větší než obvyklá**, částice nese **kladný náboj (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)**

### **Oxidační číslo**

- Součet pozitivních a negativních nábojů v atomu. Nepřímo udává počet přijatých nebo odevzdaných elektronů. Smysl má toto číslo jen v případě, že se atom účastní iontové polární vazby

### **Typy vazeb**

- **Kovalentní** = je založena na vzájemném sdílení ele.páru. Kov.vazbu lze rozdělit dle několika hledisek:
  - **Elektronegativity:**
    - **Polární** - rozdíl elektronegativity je mezi 0,4 a 1,7  
→ **hustota vazebného páru je posunuta k atomu s větší elektronegativitou**  
- **Dipólový moment**- nesymetrické rozdělení elektrického náboje  
(PŘÍKLAD: CO<sub>2</sub> má polární vazbu, ale jako molekula je nepolární, důvod: nulový dipolový moment celé mlk)
    - **Nepolární** - rozdíl elektronegativity je menší než 0,4



- **Iontová** - rozdíl elektronegativity je větší než 1,7. **Opačně nabité ionty přitahované elektrostatickými silami**
- **Násobnost vazby:**
  - **Jednoduchá:** na vzniku se podílí 1 valenční elektron (H-H, H-Cl), **sigma**
  - **Dvojná:** na vzniku se podílí 2 valenční elektronové páry (O=O), **sigma, pí**
  - **Trojná:** na vzniku se podílí 3 valenční elektronové páry (N<sub>2</sub>), **sigma, pí, pí**
- **Typy překryvu**
  - **Vazba sigma:** překryvem orbitalu s jiným orbitalem vzniká 1 molekulový orbital, jehož největší elektronová hustota je právě na spojnici jader. tvar mlk orbitalu může připomínat citrón
  - **Vazba pí:** překryvem orbitalu p s orbitaly typu p a d, vznikají 2 mlk orbitály s největší elektronovou hustotou pod a nad spojnicí jader. Jejich tvar může připomínat fazole.
    - **Vazba pí je kratší a méně stálá než sigma.**
- **Koordinálně kovalentní** (donorakceptorová) vzniká, když jeden atom poskytne elek.pár (donor) a druhý prázdný orbital (akceptor)
- **Kovová:** spočívá v delokalizaci valenčních elektronů → elektronový plyn. Čím menší elektronegativita tím větší kovový charakter.
- nachází se u kovů. Její podstatou je překrývání se valenčních orbitalů, ale ve struktuře kovu je každý atom obklopen větším počtem atomů (8-12) než je počet jeho val.elektronu podílejících se na vzniku vazeb

## Teorie vazeb

- umožní předpovídat: tvary mlk, pevnost vazeb, vlastnosti molekul, mechanismy jejich reakcí

- **Lewisovy elektronové vzorce**

- podle Lewisovy teorie elektronový pár tvořící kovalentní vazbu (vazebný pár) zůstává umístěn mezi dvojicí vázaných atomů

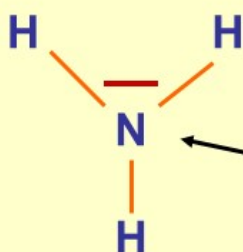
- pár valenčních elektronů, které se vazby nezúčastní = **volný pár**

- podle počtu vazebných el. párů rozlišujeme vazbu jednoduchou, dvojnou a trojnou

- Lewisova představa dále vychází z poznání, že u velké řady sloučenin je splněno **oktetové pravidlo** (atomy se snaží při vzniku vazby dosáhnout stabilní konfigurace – oktetu)

- tato pravidla umožňují sestavování Lewisových elektronových vzorců, které vyjadřují rozmístění vazeb a volných párů v molekule

- (příklad): mlk NH<sub>3</sub> – spočítáme valenční elektrony všech zúčastněných atomů (5+3x1) – počet elektronových párů je tedy 8:2 (pár jsou 2 btw) = 4 páry – každou vazbu vyjádříme čárou spojující vázané atomy



Okolo dusíku jsou 3 páry, tedy 6 elektronů. Do oktetu zůstávají 2 elektrony. Proto umístíme **1 volný pár**.

**POZOR!** – Lewisova struktura nevypovídá nic o tvaru molekuly

- **Atomové poloměry**

Pro určení velikosti atomu se zjišťuje vzdálenost mezi jádry atomů v molekulách a polovina této vzdálenosti se považuje za poloměr atomu

Vzdálenost mezi jádry se u jednotlivých typů vazeb samozřejmě liší

Proto se podle typu vazby rozlišují i atomové poloměry

Kovalentní poloměry (pro Cl je to 99 pm)

Iontové poloměry (pro Cl<sup>-</sup> je to 181 pm)

**METODY STUDIA KOVALENTNÍ VAZBY :**

**1. TEORIE HYBRIDIZACE**

- vysvětluje tvar molekul (délky a úhly vazeb)

- vychází z toho, že energetickým sjednocením atomových orbitalů vznikají orbitaly hybridní o stejné energii

pravidla hybridizace :

1) Hybridizují se všechny atomové orbitaly, které obsahují elektronový pár nebo nepárové elektrony, ať se účastní vazby nebo ne

2) Z těchto orbitalů se nehybridizují ty, které se účastní tvorby vazby  $\pi$

**POSTUP PŘI URČOVÁNÍ TYPU HYBRIDIZACE**

→ EK centrálního atomu

→ vyznačení vzniku vazeb s ostatními atomy v mlk

→ označení vazeb sigma, pí a určení typu hybridizace

→ přisouzení prostorového tvaru a zohlednění vlivu nevazeb. el. párů

čtyřstěn (tetraedr)  $sp^3$   $109^\circ$

přímka  $sp$   $180^\circ$

trojúhelník  $sp^2$   $120^\circ$

trojboký dvojjehlan  $sp^3d$   $90^\circ$

čtyřboký dvojjehlan  $sp^3d^2$

**2. METODA VSEPR**

- používá se pro rychlé teoretické a přibližné určení tvaru molekuly

- uvažuje sigma vazby a nevazebné elektronové páry jako záporné elektrické náboje, které se navzájem odpuzují a v prostoru zaujímají tu polohu, která vede ke stabilitě molekuly

omezení : vztahuje se na mlk s 1 centrálním atomem

**počet elektrických nábojů (počet bodů v prostoru) = součet vazebných a nevazebných elektronových párů (kromě vazeb pí)**

- **Způsoby vyjadřování hmotnosti molekuly, typy vzorců**
  - Bude doplň. Od Žab.
- **Slabé vazebné interakce mezi částicemi látky**
  - **Van der Waalovy síly:** podstata = vzájemné působení molekulových dipólů. Existence dipólů je důsledkem okamžitých nerovnoměrností v rozložení elektronové hustoty v mlk.
  - **Vodíková vazba (můstek)**
  - **Podmínkou vzniku vazby :** a/ vodík vázaný na elektronegativní atom (F, O, N)

- b/ volné nevazebné elektronové páry na prvku
- 
- vodíková vazba má vliv:
- a/ zvyšuje body tání a varu( voda a sulfan, etanol a diethylether)
- b/ zvyšuje rozpustnost látek ve vodě (srovnej etanol a diethylether)
- c/ ovlivňuje vlastnosti látek ( síla kyselin : HF a HCl; teplotní anomálie vody)
- d/ stabilizuje vyšší struktury makromolekul ( sekundární struktura bílkovin, komplementarita bazí)

## STRUKTURA PEVNÝCH LÁTEK

Pevné skupenství ( solid) – mezi částicemi působí přitažlivé síly, částice se pohybují pouze kolem rovnovážných poloh, pevné látky jsou nestlačitelné, mají tvar a objem

2 stavy:

**Amorfni** ( méně časté, protože jsou nestabilní)

= zatužené kapaliny, jejichž částice se přestaly pohybovat dříve než začaly působit přitažlivé síly)

Př: sklo, opál, sirný květ, plastická síra

**Krystalické**

Částice jsou pravidelně uspořádány do krystalové mřížky

**Typy krystalů:**

**Ionový** – pravidelně uspořádané ionty

**Vlast:** vysoké body tání a varu, křehké, rozpustné, vedou proud v tavenině nebo vodných roztocích (NaCl)

**Atomový** – pravidelně uspořádané atomy spojené kovalentní vazbou

**Vlast:** vysoké body tání a varu, tvrdost, nevedou proud (diamant, křemen)

**Molekulový** – pravidelně uspořádané molekuly, mezi nimi van der Waalsovy síly

**Vlast:** plynné(chlor), kapalně(voda), sublimující(naftalen)

**Vrstevnatý** – ve vrstvách kovalentní vazby mezi vrstvami van der Waalsovy síly

**Vlast:** štípatelné po vrstvách, vodivé (grafit, slída)

**Kovový** - vodiče 1 třídy, kujnost, tažnost, lesk (Na)

- **Amorfní látky**
  - Některé pevné látky nemají krystalickou strukturu, jsou amorfní neboli **beztvaré**
  - **Uspořádání** částic v těchto látkách **je nepravidelné**, nebo obsahuje malé oblasti s pravidelnou strukturou
  - Podobají se ztuhlým kapalinám
  - **Příklad:** sklo, opál
- Některé látky mohou existovat v různých krystalových modifikacích (formách), tyto formy se liší strukturou
- **Polymorfie (mnohotvarnost)**
  - Polymorfní nerosty mají stejné chemické složení, ale rozdílnou strukturu
  - Příčinou je vznik za různých podmínek – příklad: kalcit – aragonit
- **Alotropie**
  - **U prvků polymorfii nazýváme alotropie**
  - **Příklad:** diamant – grafit
- **Izomorfie**
  - Izomorfní minerály mají **různé složení, ale stejné** (nebo velmi podobné) **vlastnosti**
  - Krystalují v téže soustavě

### 3. Chemická vazba

- = síly mezi atomy v molekule
- proč vznikají? – atomy mají snahu přejít na stabilní elektronovou strukturu
- ke vzniku i štěpení chemických vazeb dochází při chemických reakcích
- vzniká tak nové uspořádání jader a elektronů slučujících se atomů, které má nižší energii, než volné atomy = stálejší
- při tvorbě chemických vazeb se uvolňuje energie
- k rozštěpení ch. vazeb je třeba energii dodat

#### - vazba IONTOVÁ

- (příklad s NaCl) – když sodík předá svůj valenční elektron chloru, dosáhne sodík stabilní elektronové struktury neonu a chlor stabilní struktury argonu – vznikne kladně nabitý kation  $\text{Na}^+$  a záporně nabitý  $\text{Cl}^-$

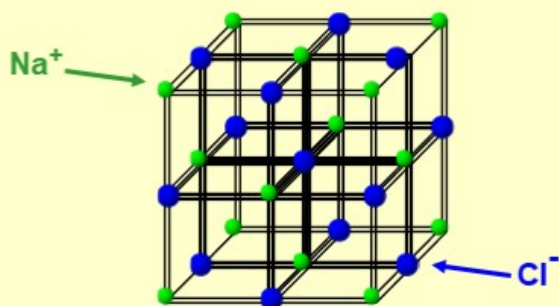
- mezi těmito opačně nabitými částicemi působí elektrostatické síly a tak mezi ionty vzniká vazba iontová

- vzorec NaCl je pouze vzorec stechiometrický, vyjadřuje poměr zastoupení prvků

- ve skutečnosti každý kation přitahuje okolní anionty a každý anion všechny okolní kationty

- vzniká tak energeticky nejvýhodnější prostorové uspořádání, v němž se pravidelně střídají kladné a záporné ionty

Krystalová struktura NaCl:



Sůl kamenná – NaCl:



#### - vazba KOVALENTNÍ

- (příklad s  $\text{Cl}_2$ ) – společným sdílením elektronů vzniká molekula chloru  $\text{Cl}_2$

- sdílená elektronová dvojice = vazebný elektronový pár

- na sdílení elektronů mezi vázanými atomy je založena kovalentní vazba

#### - Teorie vazeb

- podobně jako vznikaly různé modely atomů, vznikaly i teorie chemické vazby

- současné teorie jsou již velmi rozvinuté a umožní předpovídat: tvary mlk, pevnost vazeb, vlastnosti molekul, mechanismy jejich reakcí

- přesto využíváme i jednodušší teorie vazeb, které nám dokáží poskytnout základní představu a informace

- Lewisovy elektronové vzorce

- podle Lewisovy teorie elektronový pár tvořící kovalentní vazbu (vazebný pár) zůstává umístěn mezi dvojicí vázaných atomů

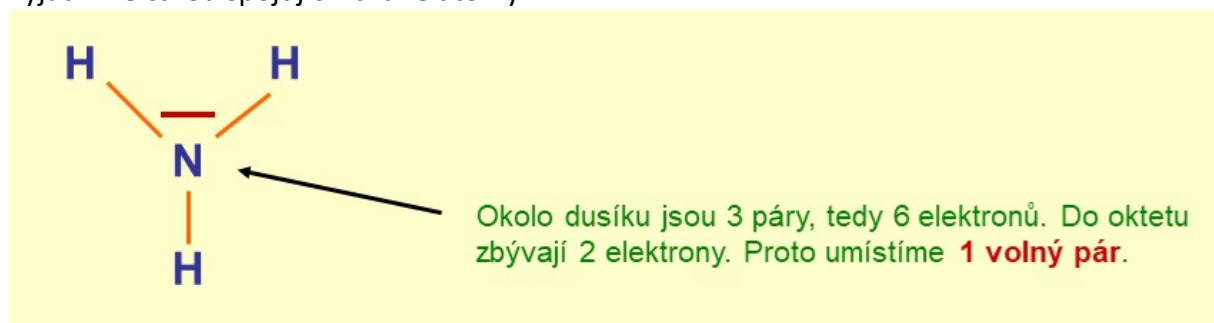
- pár valenčních elektronů, které se vazby nezúčastní = **volný pár**

- podle počtu vazebných el. párů rozlišujeme vazbu **jednoduchou, dvojnou a trojnou**

- Lewisova představa dále vychází z poznání, že u velké řady sloučenin je splněno **oktetové pravidlo** (atomy se snaží při vzniku vazby dosáhnout stabilní konfigurace – oktetu)

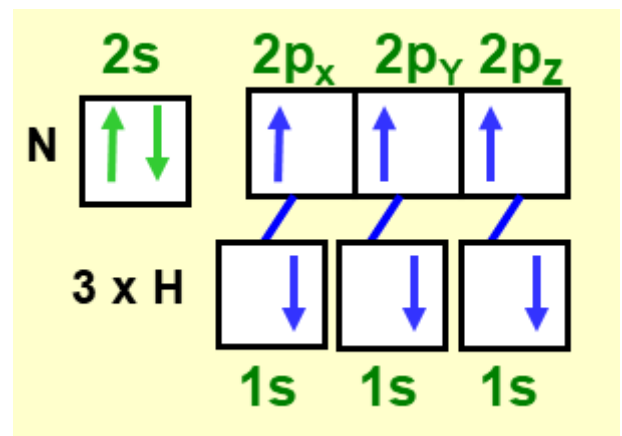
- tato pravidla umožňují sestavování Lewisových elektronových vzorců, které vyjadřují rozmístění vazeb a volných párů v molekule

- (příklad): mlk  $\text{NH}_3$  – spočítáme valenční elektrony všech zúčastněných atomů ( $5+3 \times 1$ ) – počet elektronových párů je tedy  $8:2$  (pár jsou 2 btw) = 4 páry – každou vazbu vyjádříme čarou spojující vázané atomy



- **POZOR!** – Lewisova struktura nevyplývá nic o tvaru molekuly (je jedno, jak to nakreslíš)

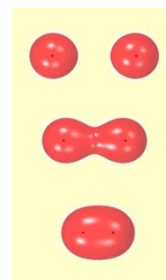
- znázorníme si elektrony pomocí rámečků (domečků) a naznačíme vznik tří vazebných el. párů



- Aby mohla vzniknout vazba, musí nejprve dojít k **překryvu atomových orbitalů**
- Vzniká tak nové uspořádání atomových jader a elektronů kolem nich
- Nově vzniklý prostor, ve kterém se elektrony vyskytují s velkou pravděpodobností se nazývá **molekulový orbital**

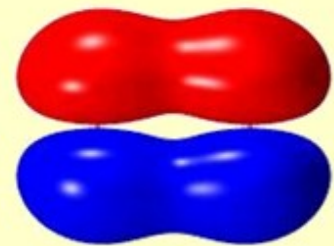
- **Vznik molekulového orbitalu**

- o Dva s-orbitaly se přibližují
- o Dojde k překryvu s-orbitalů
- o Vzniká molekulový orbital



- **Vazba (sigma znak)**
  - Molekulový orbital **sigma** je takový, který má osu souměrnosti totožnou se spojnicí vázaných atomových jader a velkou elektronovou hustotu na této spojnici
  - Vznik vazby sigma lze vysvětlit přechodem elektronů z atomových orbitalů do molekulového orbitalu sigma
- **Vazba (pí znak)**
  - Molekulový orbital  **$\pi$**  je takový, který má na ose souměrnosti totožné se spojnicí vázaných atomových jader nulovou elektronovou hustotu a naopak největší elektronová hustota je pod a nad touto osou
  - vznik vazby  **$\pi$**  lze vysvětlit přechodem elektronů z atomových orbitalů do molekulového orbitalu  **$\pi$**

### Prostorové ztvárnění $\pi$ -orbitalu:



- **Jednoduchá vazba** – je to téměř vždy vazba sigma
- **Dvojná vazba** – je zpravidla složena z vazby sigma a vazby pí
- **Trojná vazba** – je tvořena jednou vazbou sigma a dvěma vazbami pí
- Za stejných podmínek jsou násobné vazby pevnější než vazby jednoduché
- Polarita kovalentní vazby
  - Sdílením dvou elektronů dvěma atomy vzniká kovalentní vazba
  - Jsou-li oba atomy stejné, jsou přitahovány k oběma jádrům stejnou silou
  - Rozložení elektronové hustoty je souměrné
- **Polární vazba**
  - V mlk složených z různých atomů je elektronová hustota kolem jednoho atomu vyšší
  - Je to důsledek různé elektronové konfigurace a různé elektronegativity
  - (příklad HCl) – chlor má vyšší elektronegativitu, tudíž u něj převládá záporný náboj – molekula je polární, to znamená, že má kladný a záporný pól – tvoří **dipól**
- **Iontová vazba**
  - Za iontovou považujeme vazbu při rozdílu elektronegativit vyšším než 1,7
  - Opačně nabité ionty přitahované elektrostatickými silami
- **Atomové poloměry**
  - Pro určení velikosti atomu se zjišťuje vzdálenost mezi jádry atomů v molekulách a polovina této vzdálenosti se považuje za poloměr atomu
  - Vzdálenost mezi jádry se u jednotlivých typů vazeb samozřejmě liší
  - Proto se podle typu vazby rozlišují i atomové poloměry

- Kovalentní poloměry (pro Cl je to 99 pm)
  - Iontové poloměry (pro Cl<sup>-</sup> je to 181 pm)
- **Tvary molekul**
  - U dvouatomových molekul je tvar jednoznačný a jiné možnosti se nenabízí (dvě spojené koule)
  - U tříatomových molekul nalezneme více možných tvarů (rovné nebo např jak voda)
  - Elektrony (nesoucí záporný náboj) se vzájemně odpuzují – každá vazba i volný elektronový pár představuje určité zhuštění elektronů -> proto zaujímá molekula takový tvar, aby tato „zhuštění“ byla co nejdále od sebe (každý vázaný atom měl co nejvíce v prostoru)
  - (příklad CO<sub>2</sub>) – z centrálního atomu uhlíku vychází pouze 2 dvojnásobné vazby
    - Výhodnější pro uspořádání proto bude lineární molekula
  - Tvary:
    - **Lineární molekula, trojúhelník, tetraedr (trojboká pyramida), trigonální bipyramida (pyramida i ze spodu), oktaedr (dvě pyramidy)**
  - Lewisův vzorec o tvaru molekuly nic nevyovídá
  - Musíme ale počítat i s volnými elektronovými páry, které také zaujmou určitý prostor a ovlivní tvar molekuly (např. ohnutí u H<sub>2</sub>O)
  - Ve skutečnosti tedy musíme uvažovat tvar tetraedru – do dvou vrcholů směřují vazby s vodíky a do dvou volných elektronových párů = tento tvar nazýváme **lomená molekula**
  - (příklad NH<sub>3</sub>) – i v případě amoniaku musíme uvažovat přítomnost volného elektronového páru – tvar molekuly opět odvodíme od tetraedru
    - Vazby s vodíky směřují do vrcholů tetraedru a do zbylého vrcholu směřuje volný pár – **trigonální pyramida**
- **Vlastnosti vazby**
  - Prostorové uspořádání vazby je kromě tvaru molekuly charakterizováno délkou vazby a vazebným úhlem
  - **Délka vazby**
    - Délku ovlivňuje:
      - Druh vázaných atomů
    - Délka vazby se zpravidla udává v pm (=pikometry) (1pm = 10<sup>-12</sup>m)
  - **Energie vazby**
    - S délkou vazby souvisí vazebná energie, vyjadřující pevnost vazby
    - S rostoucí délkou vazby energie obvykle klesá
    - Z hodnot v tabulce můžeme například usoudit, že molekula dusíku je mimořádně stálá a trojnásobná vazba v molekule N<sub>2</sub> je velmi pevná
  - **Vazebný úhel**
    - Tvar molekuly odpovídá snaze vazeb, být co nejdál od sebe
    - Proto má úhel mezi dvěma vazbami (vazebný úhel) vždy největší možnou hodnotu



- Opět pozor – u molekul, jako je například voda, ovlivní vazebný úhel přítomnost volných el. párů (viz voda)

#### - **Mezimolekulové síly**

- (příklad voda) – voda existuje v různých skupenství
  - Přesto vodu kapalnou, led i páru tvoří stejné molekuly
  - Proto má voda ve všech skupenstvích stejné chemické vlastnosti
  - Liší se strukturou a proto i vlastnostmi fyzikálními
- Existenci látek v různých skupenstvích umožňují přitažlivé síly mezi molekulami
- Jsou to síly slabé, ale dostačující ke sdružení molekul do kapalného či pevného skupenství
- **Van der Waalovy síly a vodíkové můstky**
- **Dipól**
  - **Permanentní** – molekula HCl je polární, to znamená, že má kladný a záporný pól
  - **Indukovaný** – molekula s permanentním dipólem vyvolá vznik dipólu u jiné molekuly
  - **Okamžitý přechodný** – (např. helium) elektronová hustota může být v určité oblasti dočasně zvýšená
    - Tak vzniká dipól, který může indukovat vznik dalšího dipólu
- **Van der Waalovy síly**
  - Podstatou mezimolekulových vazebných sil je vzájemné působení molekulových dipólů
  - Tyto síly se nazývají podle holandského fyzika J.H.van der Waalse, který je studoval
  - Energie vazeb vyvolaných van der Waalovými silami asi 100krát nižší, než energie kovalentní vazby
- **Vodíková vazba (můstek)**
  - Při vazbě vodíku s prvkem silně elektronegativním dochází k odhalení jádra vodíku
  - Kladný náboj jádra může vytvořit slabou vazbu s volným elektronovým párem na atomu další molekuly
  - Vyskytuje se především u sloučenin vodíku s dusíkem, kyslíkem a fluorem
  - Význam:
    - Energie vodíkové vazby je vyšší než energie van der Waalových sil, ale nižší než energie vazby kovalentní (je ale velmi důležitá)
      - Souvisí s prostorovým uspořádáním bílkovin a nukleonových (vodíkové můstky mezi N-bázemi u DNA nebo šroubovice či skládaný list)
    - Vodíkové vazby jsou příčinou mimořádných vlastností vody

- Ve vodní páře jsou mlk vody izolované
- V kapalně vodě a ledu se molekuly sdružují pomocí vodíkových můstků
- V ledu se každá molekula  $H_2O$  váže vodíkovými vazbami s dalšími čtyřmi molekulami
- Dutiny ve struktuře ledu způsobují, že má menší hustotu a větší objem než kapalná voda
- Díky vodíkovým můstkům je voda za běžných podmínek kapalná, má vyšší teplotu tání a varu, má další vlastnosti pro existenci života

#### - Krystalické látky

- Pevné látky s pravidelnou vnitřní strukturou
- Pravidelný tvar
- Povrch tvoří rovinné krystalové plochy
- Plochy se protínají v krystalových hranách
- Hrany se protínají ve vrcholech
- Dvojice ploch krystalů určité látky svírají vždy stejné úhly
- Krystaly se vyznačují pravidelným tvarem, což je důsledek jejich vnitřního uspořádání
- Krystaly mohou být souměrné podle rovin, os a středu souměrnosti
- Podle souměrnosti se rozdělují do sedmi krystalových soustav
  - Trojklonná, jednoklonná, kosočtverečná, čtverečná, šesterečná, klencová, krychlová
- V každé krystalové struktuře lze najít seskupení částic, které se v celém krystalu opakuje
- Tato základní stavební jednotka krystalu se nazývá **základní buňka**
- Celý model krystalu je možné sestavit příkládáním základních buněk k sobě
- Souměrnost krystalu je důsledek souměrnosti základní buňky, která se v něm opakuje
- Stavební částice krystalů jsou atomy, ionty či molekuly
- Podle stavebních částic se rozlišují krystaly:
  - Iontové
  - Atomové
  - Molekulové
  - Kovové
- Iontové krystaly
  - Zkl. buňka je složena z pravidelně uspořádaných iontů
  - Každý ion v krystalu se snaží obklopit co největším počtem iontů opačných
  - Vliv na krystalovou strukturu má velikost stavebních částic
  - Teploty tání iontových sloučenin jsou vysoké
  - Molekulový iont
    - Ionty nemusí být pouze jednoduché

- Mohou být složeny z několika atomů (např. manganistan draselný)
- Příklady
  - Halit (NaCl)
    - Rozpouští se ve vodě, má bílou barvu, krystali soli jsou křehké
  - Modrá skalice ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )
    - Modrá kvůli  $\text{Cu}^{2+}$
    - Rozpustná ve vodě
- Atomové (kovalentní) krystaly
  - Krystalové struktury jsou tvořeny pravidelně uspořádanými atomy
  - Příklad – diamant, křemen
  - Struktura diamantu – jeden atom uhlíku je kovalentní vazbou spojen se čtyřmi atomy uhlíku ve vrcholech tetraedru
  - Tyto látky jsou velmi tvrdé, nerozpustné a nevedou elektrický proud
  - Vysoké teploty tání
  - Barevnost – křemen = citrín, záhněda, morion, ametyst, růženín, křišťál
- Molekulové krystaly
  - Jsou složeny z molekul poutaných van der Waalovými silami nebo vodíkovými můstky
  - Molekulové plynné látky lze za určitých podmínek (teplota a tlak) zkapalnit a kapalinu převést v pevnou látku
  - Pak můžeme uvažovat i o jejich krystalové struktuře
  - Příklady: prvky ( $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{P}_4$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{S}_8$ ), jednoduché oxidy, hydridy, mnohé organické molekuly, makromolekuly
  - Vlastnosti jsou ovlivňovány vlastnostmi molekul, z kterých jsou složeny
    - Velké či malé, polární či nepolární molekuly
    - Teplota tání a varu závisí na velikosti sil působících mezi molekulami
    - U látek s podobnými molekulami roste teplota tání a varu se stoupající molekulovou hmotností
  - Nepolární látky
    - Jsou nevodivé
    - Vzniklé roztoky jsou opět nevodivé
  - Polární látky
    - Jsou nevodivé
    - Rozpouštěním vznikají vlivem disociace vodivé roztoky
- Vrstevnaté krystaly
  - Přechod mezi atomovými a molekulovými krystaly tvoří vrstevnaté krystaly
  - Příklad: grafit (tuha) – atomy v jednotlivých vrstvách jsou spojeny kovalentními vazbami a mezi vrstvami působí van der Waalovy síly
- Kovové krystaly

- Struktura krystalů většiny kovů lze ztvárnit jednoduchým modelem těsně uspořádaných koulí
- Atomy kovu jsou představovány tuhými stejně velkými koulemi
- Základní buňkou alkalických kovů je krychlová tělesně centrovaná buňka
- Menším využitím prostoru lze vysvětlit malou hustotu alkalických kovů
- Model kovové vazby
  - Krystal kovu se skládá z kationtů rozmístěných v pravidelné prostorové mřížce
  - Valenční elektrony jsou volně pohyblivé
  - Chovají se podobně, jako částice plynu
  - Proto jsou někdy nazývány elektronový plyn
- Typické chemické i fyzikální vlastnosti kovů souvisí s vazbou jejich atomů
  - Lesk, vysoká elektrická a tepelná vodivost, kujnost (způsobilost měnit svůj tvar kovááním), tažnost
- Amorfní látky
  - Některé pevné látky nemají krystalickou strukturu, jsou amorfní neboli beztvaré
  - Uspořádání částic v těchto látkách je nepravidelné, nebo obsahuje malé oblasti s pravidelnou strukturou
  - Podobají se ztuhlým kapalinám
  - Příklad: sklo, opál
- Některé látky mohou existovat v různých krystalových modifikacích (formách), tyto formy se liší strukturou
- Polymorfie (mnohotvarnost)
  - Polymorfní nerosty mají stejné chemické složení, ale rozdílnou strukturu
  - Příčinou je vznik za různých podmínek – příklad: kalcit – aragonit
- Alotropie
  - U prvků polymorfii nazýváme alotropie
  - Příklad: diamant – grafit
- Izomorfie
  - Izomorfní minerály mají různé složení, ale stejné (nebo velmi podobné) vlastnosti
  - Krystalují v téže soustavě
  - Mají tvarově i rozměrově velmi podobné základní buňky
  - V základních buňkách jsou stavební jednotky uspořádány týmž způsobem
  - Mají podobný vnější tvar krystalů
  - Příklady: uhličitany kalcitové řady

## 5. Reakční kinetika

studuje rychlost chemických reakcí, závislost na reakčních podmínkách a vysvětluje reakční mechanismus (= soustava jednoduchých reakcí, které vedou od výchozích látek k produktům)  
tyto reakce:

- **Adice**- zánik násobných vazeb
- **Eliminace**- chemická reakce organických sloučenin, při které mezi uhlíkovými atomy vznikne násobná vazba
- **Substituce**- výměna atomů nebo funkčních skupin
- **Přesmyk**- reakce, v jejímž průběhu dochází k přesunu atomů z jednoho místa molekuly na místo jiné

rozdělení reakcí:

- **Izolované**-probíhají v soustavách samy
- **Simultánní**- v soustavě probíhá současně několik reakcí
- **Zvratné**: ve stejném okamžiku vznikají z reaktantů produkty a naopak  
Př.  $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$
- **Paralelní**: společné reaktanty reagují za vzniku různých produktů
- **Následné**: produkt se stává reaktantem následující reakce

### Reakční rychlost

- Úbytek látkového množství některého z reaktantů nebo přírůstek látkového množství produktů za jednotku času, dělený stechiometrickým koeficientem této látky. (tj. Rychlost CHR= změna koncentrace za čas)

### Faktory ovlivňující reakční rychlost

#### Pravděpodobnost srážky

Má-li dojít k reakci, musí se částice výchozích látek srazit. Číslo, udávající počet srážejících se částic se nazývá **molekularita reakce**

**Povrch** (poměr povrchů vůči objemu)

#### Koncentrace

-

- Rychlost reakce je přímo úměrná součinu koncentrací výchozích látek
- **Kinetická rovnice**:  $v = k [A]^a [B]^b$   
kde A a B jsou výchozí látky, k je rychlostní konstanta (závislá na teplotě)

#### Teplota (Arrheinova rovnice)

-

- Rychlost chemických reakcí roste s teplotou
- Zvýšením teploty o 10°C se zvýší rychlost reakce obvykle dvakrát až čtyřikrát

**Řád reakce**- číslo, které určuje závislost rychlosti reakce na koncentraci látek

součet stechiometrických koeficientů a+b (izolované reakce)

Reakce 1. Řádu- rychlost reakce závisí na koncentraci jednoho reaktantu

každý roklad  $A \rightarrow B + C$   $v = k^*(A)$

Reakce 2. Řádu a 3. Řádu

#### Katalyzátor

- ovlivňuje rychlost chemických reakcí
- má vliv na **aktivační energii** = minimální energie, kterou částice musí mít, aby srážka byla účinná.
- účastní se chemických reakcí, ale vychází nezměněny
  - Aktivátory**- snižují aktivační energii, zvyšují rychlost chemické reakce
  - Inhibitory**- zvyšují aktivační energii, snižují rychlost chemické reakce
  - Stabilizátory- zastavují řetězovou reakci
  - Katalytické jedy- zabraňují působení katalyzátorů (olovo)

## **ENZYMY**

Biologické katalyzátory vliv na rychlost chemické reakce.

X Anorganické katalyzátory- různé látky, fungují ve vysokém intervalu teplot.

Enzymy

Bílkoviny složené z aminokyselin

Fungují za fyziologických teplot (35° - 42°C)

Jsou účinnější, jsou **specifické**

-> **funkční specifita**- enzym přeměňující různé substráty je schopen katalyzovat pouze jeden druh reakce (lipázy)

-> **substrátová specifita**- enzym přeměňující pouze jeden druh substrátu je schopen katalyzovat více druhů reakcí

**Jednoduchý enzym**- jen bílkovina (pepsin, trypsin)

**Složený enzym ( HOLOENZYM):** bílkovinová část (**APOENZYM**) + nebílkovinná část (**KOFAKTOR**)

**Kofaktor**

**Chemické složení** : ionty kovů a organická látka:

**koenzym**- volně navázán odchází a přichází, vodíkové můstky, nebo

**prostetická skupina**- pevně navázána kovalentní vazbou

**Struktura enzymu**

1. **Substrátové místo**- váže se tam substrát( výchozí látka)

2. **Katalytické centrum**-vazba kofaktoru

3. **Alosterické centrum**- pouze u alosterických enzymů

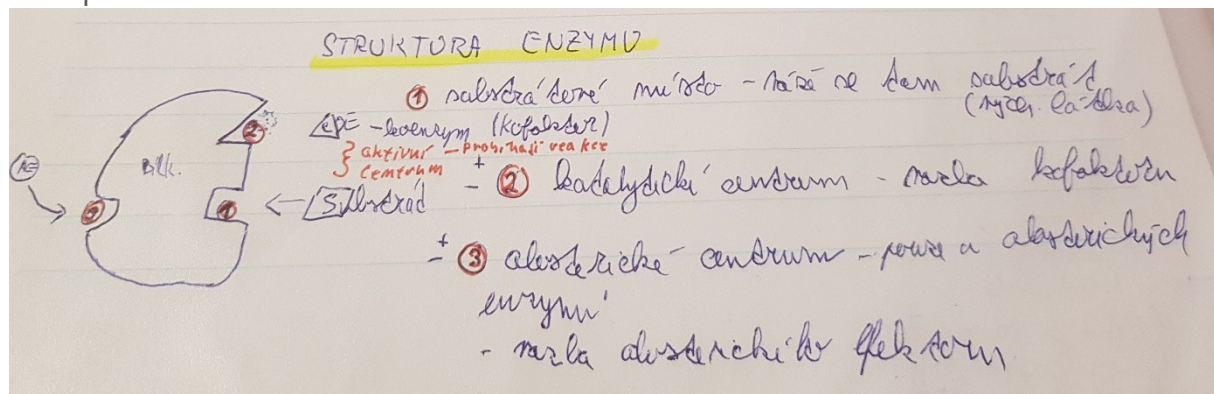
vazba alosterického efektoru

**Aktivní centrum (1 a 2)**- probíhají reakce

Při enzymové reakci se přechodně váže **substrát** (látka do reakce vstupující) na enzym a vzniká **komplex enzym-substrát**. Místo v molekule enzymu, kde se tato interakce uskutečňuje a kde se také přemění substrát na **produkt** se nazývá **aktivní centrum**.

( Enzym + Substrát ↔ Komplex enzym-substrát ↔ Enzym + produkt)

Princip zámku a klíče



## Rozdělení enzymů:

Enzymy dělíme do šesti hlavních kategorií  
Koncovka - áza

### **Oxidoreduktázy**

- Katalyzují přenos elektronů, vodíku, protonů nebo kyslíku (redoxní reakce)
- Koenzymy NAD, NADP, FAD

### **Transferázy**

- Přenášejí různé funkční skupiny
- Koenzymy: ATP přenáší fosfátové skupiny -kinázy
- koenzym A

### **Hydrolázy**

- trávicí enzymy
- Katalyzují hydrolytické štěpení substrátu to znamená štěpení z účasti vody
- Kofaktor -často kovové ionty

### **Lyázy**

- Katalyzují štěpení nehydrolytické ( bez vody)
- Součástí jsou často koenzymy transferáz

### **Ligázy**

- Katalyzují syntézu jednoduchých molekul na složitější

### **Izomerázy**

- Katalyzují reakce uvnitř molekuly jednoho substrátu
- neobsahují koenzymy

## Faktory ovlivňující aktivitu enzymů

### **Koncentrace substrátu**

Rychlost CHR se zvyšuje s rostoucí koncentrací substrátu tak dlouho dokud nejsou obsazena všechna aktivní centra

### **Teplota**

Rychlost CHR roste s rostoucí teplotou, dokud nedojde k teplotnímu optimu ( 40-60°C ) -> denaturace bílkoviny -> je to nefunkční enzyme

### **pH**

-pH optimum (5-7)- enzyme pracuje nejrychleji

**Vliv efektorů** : inhibitor- snižují aktivitu

Aktivátor- zvyšují aktivitu

### **Kompetitivní inhibice**

Soutěž o vazebné místo, záleží na koncentraci (čích molekul je víc)

Jde o čas

Podmínka : Inhibitor a Substrát se váží slabě -> vratný děj

Příklad : hemoglobin a navázání kyslíku nebo oxidu uhelnatého)

### **Nekompetitivní inhibice**

Inhibitor se pevně kovalentní vazbou naváže na enzym-> otrava enzymu->nevratný děj

Nezáleží na koncentraci substrátu

Příklad: oxid uhelnatý po delším čase

### **Alosterická aktivace**

Umožní průběh reakce

Na enzym se připojí alosterický aktivator, který změní tvar substrátového místa a substrát se naváže

### **Alosterická inhibice**

Zastavení CHR

Na enzym se naváže alosterický inhibitor, který změní tvar substrátového místa a substrát už se nenaváže

### **Cílená protolýza**

Rozklad enzymu

Příklad pepsinogen->pepsin

### **Významné koenzymy a prosthetické skupiny:**

#### **NAD+**

koenzym

->dýchací řetězec

#### **NADP+**

koenzym

->zisk ATP při metabolismu

#### **FAD**

Prosthetická skupina

-> součástí protein

#### **Cytochrom**

je označení pro bílkoviny vázané na membrány a obsahující ve své molekule hemové skupiny, které zajišťují přenos elektronů tak, že se navázané ionty železa střídavě redukují a oxidují z  $Fe^{2+}$  na  $Fe^{3+}$  a zpátky

#### **ATP**

Nukleotid, který se skládá z adenosinu a trojice fosfátů navázané na 5' uhlíku

->energie

Koenzym A

->přenos acylových skupin

#### **Hem a hemin**

Hem je prostetická skupina obsahující atom železa ( $Fe^{2+}$ )

Hemin ( $Fe^{3+}$ )





## CHEMICKÁ ROVNOVÁHA

= stav, kdy se z vnějšku zdá, že chemická reakce už neprobíhá (neubývá reaktantů ani nepřibývá produktů) ve skutečnosti reakce nadále probíhá, ale oběma směry (přímým i zpětným) stejnými rychlostmi; **dynamický proces, kdy spolu reagují molekuly výchozích látek a molekuly produktů, přičemž oba procesy probíhají stejně rychle**



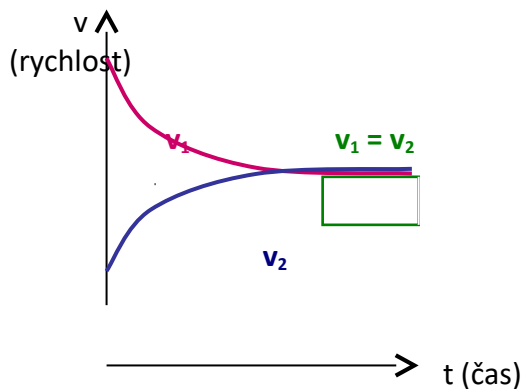
$$v_1 = v_2$$

- aktivní srážky  $\leftarrow$  aktivovaný komplex  $\leftarrow$  rozpad na molekuly produktu



- aktivní srážky  $\leftarrow$  aktivovaný komplex  $\leftarrow$  rozpad některých molekul produktu zpět na molekuly výchozích látek  $\text{⌚}$  u většiny reakcí zůstane v produktech část výchozích látek (dříve panovalo přesvědčení, že každá chemická reakce proběhne do konce  $\text{⌚}$  nezůstane nic nezreagovaného – je tomu tak jen u několika reakcí)

- ustálí se v soustavě po určité době (zpočátku je  $v_1$  maximální &  $v_2$  minimální; v průběhu času  $v_1$  klesá &  $v_2$  roste; v určitém okamžiku  $v_1 = v_2$ )



- (zdánlivě) se ustálí i koncentrace výchozích látek a produktů  $\text{⌚}$  **rovnovážné koncentrace**

### Guldberg – Waageův zákon chemické rovnováhy

- z 1. zákona chemické kinetiky vyplývá:

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

... a, b, c, d – stechiometrické koeficienty

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

... poměry se v soustavě ustálí tak, že jsou **vždy stálé/konstantní**  $\text{⌚}$  **K je rovnovážná konstanta** charakteristická pro danou reakci; závisí pouze na teplotě

- **rovnovážná konstanta je rovna součinu rovnovážných koncentrací produktů umocněných svými stechiometrickými koeficienty vydělenému součinem rovnovážných koncentrací výchozích látek umocněných svými stechiometrickými koeficienty**
- hodnota K nás informuje o složení rovnovážné směsi (v MFCHT)
- Je-li  $K > 10^4$  - zůstane v rovnováze výchozích látek tak málo, že prakticky proběhla jednosměrná reakce směrem k produktům.
- Je-li  $K < 10^{-4}$  – jsou v rovnovážné směsi prakticky jen výchozí látky a reakce téměř neprobíhá
- K v rozmezí:  $10^{-4}$  až  $10^4$  – rovnovážné složení se charakterizuje stupněm konverze (přeměny) α určité látky.

- Stupeň konverze  $\alpha_A$  – udává tu část z každého molu výchozí látky A, která se přeměnila na produkty reakce.

### Rovnovážná konstanta pro heterogenní reakce

- V heterogenních soustavách je rovnovážná konstanta definována pouze parciálními tlaky plyných látek nebo koncentracemi látek přítomných v roztoku

### Ovlivňování chemické rovnováhy

- existence chemické rovnováhy má pozitivní i negativní význam ← ustaví se v nežádoucích reakcích nebo znemožňuje zreagovat výchozí látky (suroviny) na produkty stoprocentně
- lze však povzbudit/potlačit žádoucí/nežádoucí reakce na základě **LE-CHATELIEROVA – BROWNOVA PRINCIPU**
  - princip „akce a reakce“
  - **porušení chemické rovnováhy vnějším zásahem (akce) vyvolá děj (reakci), který se snaží zrušit účinky tohoto vnějšího zásahu** (↻) snaha znovu obnovit rovnováhu
  - vnější zásahy:

#### a) ZMĚNA ROVNOVÁŽNÝCH KONCENTRACÍ

- **odebírání výchozích látek**
  - snaha obnovit porušenou rovnováhu vyvolanou odebráním výchozích látek vede k rozkladu produktů na chybějící výchozí látky (↻) reakce posunuta doleva (zpětná)
- **přidávání výchozích látek**
  - snaha obnovit porušenou rovnováhu vyvolanou přidáním výchozích látek vede k tvorbě dalších produktů z těchto látek (↻) reakce posunuta doprava (přímá)
- **odebírání produktů**
  - snaha obnovit porušenou rovnováhu vyvolanou odebráním produktů vede k tvorbě chybějících produktů (↻) reakce posunuta doprava (přímá)
  - např. při *esterifikaci*
    - vzniklou vodu odebíráme tak, že do reakční směsi přidáme látku, která na sebe vodu poutá ← např.  $H_2SO_4$
- **přidávání produktů**
  - snaha obnovit porušenou rovnováhu vyvolanou přidáním produktů vede k rozkladu těchto produktů na výchozí látky (↻) reakce posunuta doleva (zpětná)

#### b) ZMĚNA TEPLoty

- **zvýšení teploty (zahřátí) ...  $\Delta T > 0$** 
  - soustava se snaží obnovit porušenou rovnováhu ← začne probíhat reakce, která teplo spotřebovává (↻) reakce posunuta ve směru endotermním
- **snížení teploty (ochlazení) ...  $\Delta T < 0$** 
  - soustava se snaží obnovit porušenou rovnováhu ← začne probíhat reakce, která teplo produkuje (↻) reakce posunuta ve směru exotermním
- !!! musíme si uvědomit, kdy je reakce přímá/zpětná endotermní či exotermní
- např.  $CO^{(g)} + 2H_2^{(g)} \rightleftharpoons CH_3 - OH^{(g)}$  ...  $\Delta H < 0$  (většinou se teplo udává pro směr přímý)
  - ve směru *přímém*:  $\Delta H < 0$  ← reakce exotermická (teplo se uvolňuje) (↻) musíme soustavu ochladit ( $\Delta T < 0$ ), abychom podpořili žádoucí uvolňování tepla a tvorbu produktů
  - ve směru *zpětném*:  $\Delta H > 0$  ← reakce endotermická (teplo se spotřebovává) (↻) musíme soustavu zahřát ( $\Delta T > 0$ ), abychom potlačili rozpad reaktantů zpět na produkty

c) **ZMĚNA TLAKU (OBĚMU)** ... u plynů

• **zvýšení tlaku ...  $\Delta p > 0$**

- soustava se snaží obnovit porušenou rovnováhu ← začne tlak snižovat
- při nižším tlaku má soustava menší látkové množství (↻) reakce posunuta ve směru nižšího látkového množství

• **snížení tlaku ...  $\Delta p < 0$**

- soustava se snaží obnovit porušenou rovnováhu ← začne tlak zvyšovat
- při vyšším tlaku má soustava větší látkové množství (↻) reakce posunuta ve směru vyššího látkového množství
- např.  $3\text{H}_2^{(g)} + 1\text{N}_2^{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3^{(g)}$ 
  - *zvýšení tlaku*: výchozí látky : produkty = 4 : 1 ← soustava se snaží tlak snížit – zmenšit látkové množství (↻) reakce posunuta ve směru přímém
  - *snížení tlaku*: výchozí látky : produkty = 4 : 1 ← soustava se snaží tlak zvýšit – zvětšit látkové množství (↻) reakce posunuta ve směru zpětném
- ! pokud je poměr látkových množství stejný, tlak nemá na reakci vliv

d) **Katalyzátorem**

-Katalyzátor urychlí ustanovení rovnováhy, neovlivňuje však hodnotu  $K_c$  a tedy ani rovnovážné složení soustavy

**Druhy rovnováh podle typu reakce**

- Protolytické – protolytické rovnováhy se ustavují v soustavách, kde při reakci dochází k odevzdávání a přijímání protonů. Kyseliny a zásady.
- Redoxní – redoxní rovnováhy se ustavují v soustavách, ve kterých probíhají redukčně-oxidační reakce. (Zvyšování a snižování ox. Čísla)
- Srážecí- srážecí rovnováhy se ustavují v soustavě, kde sůl ve formě sraženiny srážecí reakcí( např. při reakci vodných roztoků obsahující ionty  $\text{Ba}^{2+}$  a  $\text{SO}_4^{2-}$ ) -> tuto rovnováhu lze charakterizovat rovnovážnou konstantou, kterou označujeme  $K_s$  a nazývá se **součin rozpustnosti( konstanta nestability)**.  
Čím je  $K_s$  menší, tím je sraženina méně rozpustná a v roztoku zbyde méně iontů.
- Komplexotvorné- v reakcích, kde vznikají komplexní sloučeniny.
  - Konstanta komplexity  $K_k$ = konstanta stability komplexu
  - Čím je  $K_k$  větší, tím je komplex stabilnější

Tvorba komplexu je reakcí **vratnou  $\text{M} + \text{L} = \text{ML}$**  je rovnovážná konstanta současně tzv. **konstantou stability komplexu  $K = [\text{ML}] = 10^{\text{X}} [\text{M}][\text{L}]$**  tvar  $K$  představuje tvornou konstantu čili čím větší hodnota, tím stabilnější komplex. U stabilního komplexu je vedle komplexů jenom nepatrný počet volných složek a nelze dokázat přítomnost jednotlivých ligandů.  $K$  posouzení komplexotvorné rovnováhy je důležitá hodnota rovnovážné koncentrace centrálního iontu, který není vázán do komplexu a vyjadřuje se  **$\text{pM} = -\log [\text{M}]$**  Celková analytická koncentrace iontu  $\text{M}$  se značí  $c_M$ , je rovna součtu rovnovážných koncentrací částic nevázaných a vázaných  $c_M = [\text{M}] + [\text{ML}]$ . Analogicky pro celkovou koncentraci ligandu  $c_L = [\text{L}] + [\text{ML}]$ . Stabilitu komplexů zvýšíme přebytkem iontu  $\text{M}$  nebo ligandu  $\text{L}$ , čímž se potlačí disociace komplexu na minimum. Pro  $\text{pM}$  mohou nastat případy: a) V roztoku komplexu je přebytek iontu  $\text{M}$ : Veškerý ligand je vázán v komplexu  $\text{ML}$ :  $c_L = [\text{ML}]$  a dále  $[\text{M}] = c_M - [\text{ML}] = c_M - c_L$   $\text{pM} = -\log (c_M - c_L)$ . b) V roztoku není přebytek žádné ze složek: zreagovala ekvimolární množství kovu a ligandu, a platí  $c_M = c_L$ . V roztoku jsou jen částice  $\text{ML}$  a rovnovážná koncentrace kovu  $\text{M}$  je dána stupněm disociace

komplexu. Platí:  $[M] = [L]$  a dále  $[ML] = c_L = c_{ML}$ . Dosazením do K bude  $K_{ML} = \frac{[M][ML]}{[L]c} = \frac{[M]^2}{c}$  z čehož je  $[M] = \sqrt{K_{ML} \cdot c}$   $p_M = \frac{1}{2} (\log K_{ML} - \log c)$ . c) Roztok obsahuje přebytek ligandu L: Veškerý kov je převeden do komplexu ML a v roztoku je přítomný volný ligand L a směs se chová vůči iontům kovu M jako tlumivá směs. Platí  $[M] = \frac{[ML]}{K_{ML}[L]}$  Když  $[ML] = c_M$  (a všečen kov přešel do komplexu) a  $[L] = c_L - c_M$ , lze pro  $[M]$  psát  $[M] = \frac{c_M}{K_{ML}(c_L - c_M)}$   $p_M = \log K_{ML} + \log c_L - c_M - \log c_M$  Pro každý stupeň definovat příslušnou rovnovážnou konstantu.

## PROTOLYTICKÉ ROVNOVÁHY

-protolytické rovnováhy se ustavují v soustavách, kde při reakci dochází k odevzdávání a přijímání protonů. Kyseliny a zásady.

### Teorie kyselin a zásad

- Arrheinova: 1884
  - Kyselina=látko schopná odštěpit proton  $H^+$
  - Zásada= látka schopná odštěpit hydroxidový ion  $OH^-$
- Brönstedova:
  - Kyselina je látka schopná uvolňovat kation  $H^+$  (poskytuje ho jiné látce -> **donor**), jeho uvolněním se z ní stane zásada, např.  $CH_3COOH \rightarrow H^+ + CH_3COO^-$
  - Zásada je látka schopná přijímat kation  $H^+$  (**akceptor**), jeho přijetím se z ní stane kyselina, např.  $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$
  - Konjugovaný pár- dvojice liší se o proton. Při protolytické reakci reaguje vždy kyselina jednoho konjugovaného páru se zásadou druhého konjugovaného páru.
- Lewisova teorie: (1923)
  - **Kyselina** je částice, která je schopná volný elektronový pár využít k tvorbě koordinačně kovalentní vazby (**Akceptor** elektronového páru)  
např.:  $BCl_3, AlCl_3, H^+, Co^{3+}, Ag^+$
  - **Zásada** je částice, která má alespoň jeden volný (nevazebný) elektronový pár schopný zprostředkovat vznik koordinačně kovalentní vazby s dalším atomem, iontem (**Donor** elektronového páru) např.:  $NH_3, H_2O$

### Disociace kyselin a zásad

Disociace je děj, při kterém dochází k štěpení komplexů, molekul nebo solí na menší molekuly, ionty nebo radikály. Tento proces je často vratný.

->elektrolytická disociace kyseliny ve vodě vede k ustanovení protolytické rovnováhy, kterou lze charakterizovat rovnovážnou konstantou  $K_c$ .

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

$K_1$ ...rychlostní konstanta přímé reakce,  $K_2$ ...

rychlostní konstanta zpětné reakce.

### Síla kyselin a zásad

- Kyseliny a zásady jsou tím silnější, čím mají větší schopnost disociace. Tedy čím se více jejich molekul ve vodném roztoku rozpadne na ionty.
- Konstanta acidity a bazicity:
  - Disociační konstanta kyseliny ( $[H_2O] \cdot K_c = K_A$ , zanedbávám vodu  
->disociační konstanta kyseliny -  $K_{HA}$  = síla kyseliny

$$K \cdot [H_2O] = \frac{[A^-] \cdot [H_3O^+]}{[HA]} = K_A$$

$$K_A = \frac{[A^-] \cdot [H_3O^+]}{[HA]}$$

- disociační konstanta zásady -  $K_B$  = síla zásady
- $K_a$ - konstanta acidity- ten vzorec na obrázku nadtímhle
  - $pK_A = -\log K_A$
  - záporný dekadický logaritmus disociační konstanty
  - Orientačně, čím má kyselina víc kyslíků, tím je silnější. U kyslíkatých
  - U bezkyslíkatých jsou to halogenvodíkové kyseliny (HI- nejsilnější)
- $K_B$  – konstanta bazicity

$$K \cdot [H_2O] = \frac{[BH^+] \cdot [OH^-]}{[B]} = K_B$$

$$K_B = \frac{[BH^+] \cdot [OH^-]}{[B]}$$

- 
- 
- silné:  $K_A$  nebo  $K_B > 10^{-2}$
- středně silné:  $K_A$  nebo  $K_B (10^{-2} \text{ až } 10^{-4})$
- slabé:  $K_A$  nebo  $K_B < 10^{-4}$   
*čím je kyselina silnější tím více ochotně odštěpuje proton*  
*čím je kyselina silnější, tím je konstanta acidity  $pK_A$  menší*
- Disociační stupeň  $\alpha$ - vyjádření množství molekul, které v roztoku disociují (obdobu konverze)

→  $K_A = c\alpha^2$ ,  $\alpha = \sqrt{K_A/c}$

Při 25°C lze pokládat koncentraci nedisociovaných molekul za konstantní →  $K_v$ -iontový součin vody = souvisí s pH, protože to je celá řada

$$K_v = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

25°C →  $k_v = 10^{-14}$

pH=číslo, kterým v chemii vyjadřujeme, zda vodný roztok reaguje kyselé či naopak zásaditě. Jedná se o logaritmickou stupnici s rozsahem hodnot od 0 do 14

$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$   
 $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}$   
 $\text{pH} = 7 \rightarrow$  neutrální  
 $\text{pH} 7$  až  $14 \rightarrow$  zásada  
 $\text{pH} 0$  až  $7 \rightarrow$  kyselina

- Acidobazické indikátory

- látky měnící zabarvení v závislosti na hodnotě pH roztoku, k němuž jsou přidány
- Oblast pH ve které nastává barevná změna indikátoru, se nazývá oblast barevného přechodu (funkční oblast)
- Jako acidobazické indikátory se často používají sloučeniny:
  - Ftaleiny – např. fenolftalein
  - Azobarviva – např. methyloranž
  - Sulfoftaleiny – např. bromthymolová modř
- **Univerzální indikátory** – směsi několika indikátorů měnící barvu v širokém rozmezí pH.
- **Fenolftalein** patří mezi acidobazické indikátory, používá se při titracích
  - Jako indikátor se používá jeho roztok v ethanolu, slouží také jako projímadlo
  - Červený  $\rightarrow$  zásada
- Jako acidobazické indikátory se používají některá **přírodní barviva**
  - Mezi přírodní acidobazické indikátory patří **lakmus**, jedná se o barvivo získávané z některých druhů lišejníků. Při pH pod 4,5 má červenou barvu, při pH vyšším než 8,3 modrou barvu. Často se používá v podobě papírků nasycených lakmusem.
  - Lakmus  $\rightarrow$  červená  $\rightarrow$  kyselina

### Přehled nejdůležitějších kyselin a zásad

- Kyseliny:
  - Hexafluorantimoničná  $\text{HSbF}_6$
  - Chloristá  $\text{HClO}_4$
  - Fluorosírová  $\text{HSO}_3\text{F}$
  - Jodovodíková  $\text{HI}$
  - Bromovodíková  $\text{HBr}$
  - Sírová  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - Selenová  $\text{H}_2\text{SeO}_4$
  - Manganistá  $\text{HMnO}_4$
  - Bromičná  $\text{HBrO}_3$
  - Dusičná  $\text{HNO}_3$
  - Chlorečná  $\text{HClO}_3$
  - Peroxosírová  $\text{H}_2\text{SO}_5$
  - Kyselina mléčná  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$
  - Kyselina mravenčí  $\text{HCO}(\text{OH})$



- Kyselina octová CH<sub>3</sub>COOH
- Hydroxid sodný NaOH
- Hydroxid lithný LiOH
- Hydroxid vápenatý Ca(OH)<sub>2</sub>
- Ethanol
- methanol

### Amfolyt

- chemické sloučeniny, které ve své molekule obsahují kyselé i zásadité funkční skupiny. Při určitém pH, označovaném jako izoelektrický bod, se amfolyty vyskytují ve formě amfiontu, kdy jsou kyselé i zásadité skupiny disociované a sloučenina se navenek chová jako elektricky neutrální.

### Autoprotolýza

- je chemická reakce, která probíhá mezi dvěma molekulami rozpouštědla, z nichž jedna reaguje jako kyselina a druhá jako zásada.
- Příklady:
  - Autoprotolýza v případě, že je rozpouštědlem voda (autoprotolýza vody):
    - $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

### Soli

- Způsoby vzniku solí:
  - Neutralizací
  - reakcí kovu s kyselinou
  - reakcí kovu s nekovem
  - reakcí oxidu kovu s oxidem nekovu
  - reakcí kyselinotvorného oxidu s hydroxidem
  - reakcí zásadotvorného oxidu s kyselinou
  - reakcí dvou solí (srážecí reakcí)

Neutralizace- reakce mezi kyselinou a hydroxidem za vzniku soli a vody

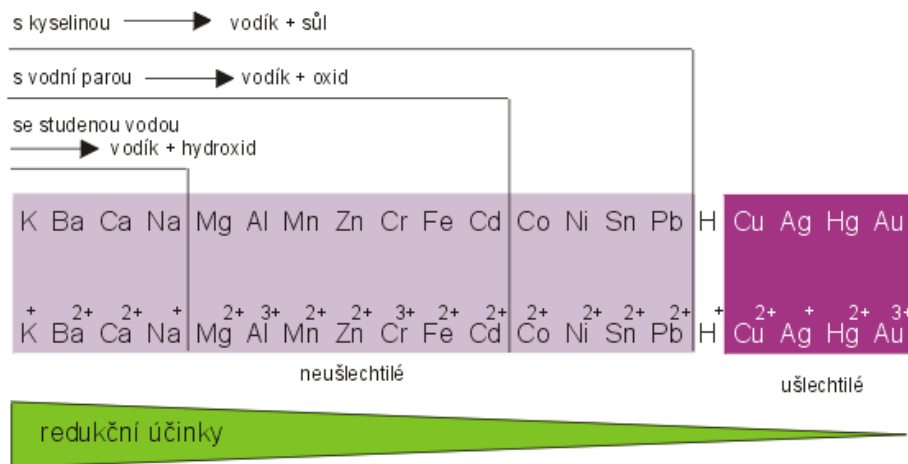
Hydrolyza soli- reakce iontů soli s vodou

→ 4 situace:

- Roztok soli se silně kyselým kationtem-> reaguje kyselé
- Roztok soli se silně zásaditým aniontem-> reaguje zásaditě
- Roztok soli se silně kyselým kationtem a silně zásaditým aniontem-> reaguje neutrálně
- Roztok soli s kationtem a aniontem, které s vodou nereagují hydrolyze nepodléhá-> neutrální

**Konverze**-podvojná záměna- 2 látky si při reakci vymění atomy (neutralizace srážecí)

**Beketova řada kovů- řadí kovy dle hodnot jejich standardního elektrodového potenciálu**



**Li Cs Rb K Ba Sr Ca Na La Mg Sc Be Al Ti Ta Mn Zn Cr Fe Cd In Co Ni Sn Pb H Mo Re Cu Os Ru Ag Hg Pd Ir Pt Au**

### Vlevo-redukční činidla

### Vpravo oxidační činidla

#### Ušlechtilé kovy-elektropozitivní

- odolávají korozi a oxidaci na vzduchu ( Měď, Ruthenium, Rhodium, Palladium, Stříbro, Osmium, Iridium, Platina a Zlato)

-elektrodotový potenciál je kladný

#### Neušlechtilé kovy-elektronegativní

- **Alkalické kovy**(1.skupina)-Lithium, sodík,draslík,rubidium,francium

Negativní elektrodotový potenciál

Čím je potenciál negativnější->kov má větší schopnost uvolňovat elektrony a přicházet do roztoku.

Kov s negativnějším potenciálem redukuje ionty kovu s pozitivnějším potenciálem

#### Reakce:

**Obecný kov**(snaha se oxidovat) + **kyselina**(odštěpuje  $H^+$ ) -> **sůl kyseliny** + **vodík**

\*výjimka: **H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**(kyselina fosforečná) pasivuje všechny kovy

**Pasivace**= tvorba ochranné vrstvy na povrchu kovu, zabraňující korozi a narušení povrchu kovu

**Ušlechtilý kov + kyselina** -> reakce neprobíhá

**Obecný kov + kyselina jako oxidační činidlo** -> **sůl kyseliny** + **voda** + **oxid s nižším ox.číslem**

\*výjimka: pasivace železo + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Ušlechtilý kov + kyselina jako oxidační činidlo** -> **sůl kyseliny** + **voda** + **oxid s nižším ox.číslem**

\*výjimka: zlato nereaguje

Zlato reaguje pouze s lučavkou královskou

## 8.

### REDOXNÍ ROVNOVÁHY

#### Podstata oxidace a redukce

- Změny oxidačního čísla jsou důsledkem změn rozdělení nebo přenosu elektronů mezi atomy a ionty v průběhu reakce
- Není oxidace bez redukce
- Oxidace-zvýšení oxidačního čísla.
- Redukce-snížení oxidačního čísla.

#### Oxidační a redukční činidlo

- **Oxidační činidlo**
- jinou látku oxiduje, sebe redukuje, přijímá elektrony od jiné látky
- Nejběžnější oxidační činidlo je kyslík, oxidační číslo jeho atomů se mění z nuly na -II
- **Redukční činidlo**
- jinou látku redukuje, samo se oxiduje, odevzdá elektrony jiné látce.
- Jako redukční činidlo se uplatňuje oxid uhelnatý nebo uhlík
- Vodiče I. třídy- kovy a uhlík jako grafit (Cu,Zn,C(grafit))
- Vodiče II. třídy- elektrolyty-látky, které při disociaci dávají ionty (NaCl(aq),NaCl(tavenina),HCl(aq),NaOH(aq))

#### Redoxní potenciál a jeho měření

- je vyjádření míry schopnosti redoxního systému převést jednoho z reakčních partnerů do oxidovaného stavu.
- napětí mezi standardní vodíkovou elektrodou a příslušným oxidačně-redukčním přechodem
- je dán vztahem:

$$E = E^0 - \frac{0,0591}{n} \log \frac{[A_{Red}]}{[A_{Ox}] \cdot [H^+]^m} \quad (\text{pro } 25 \text{ } ^\circ\text{C}), \text{ kde}$$

$E^0$  standardní redoxní potenciál příslušné soustavy

$n$  počet elektronů jež se vyměňují

$m$  počet vodíkových iontů účastnících se reakce

$[A_{Red}]$  koncentrace redukované formy látky

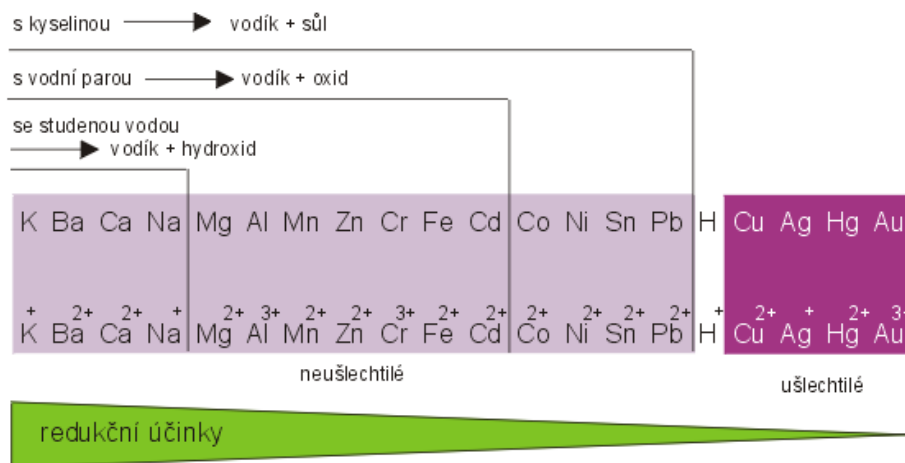
$[A_{Ox}]$  koncentrace oxidované formy látky

$[H^+]$  koncentrace vodíkových kationtů

- ➔ Předvídání směru redoxní reakce-> reakce běží od vyššího redoxního potenciálu k nižšímu

## Elektrochemická řada napětí kovů

- **Beketova řada**- řadí kovy dle hodnot jejich standardního elektrodového potenciálu



- .....Zn Cr Fe Cd In Co Ni Sn Pb H Mo Re Cu Os Ru Ag.....
- Kovy ležící vlevo od vodíku se nazývají **neušlechtilé kovy** (elektropozitivní) a v přírodě se (s několika výjimkami) nacházejí pouze vázané ve sloučeninách, kovy ležící v řadě vpravo od vodíku se nazývají **ušlechtilé kovy** (elektronegativní) a obvykle se v přírodě vyskytují jako ryzí.

### Reakce:

**Obecný kov**(snaha se oxidovat) + **kyselina**(odštěpuje  $H^+$ ) -> **sůl kyseliny** + **vodík**

\*výjimka: **H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**(kyselina fosforečná) pasivuje všechny kovy

**Pasivace**= tvorba ochranné vrstvy na povrchu kovu, zabraňující korozi a narušení povrchu kovu

**Ušlechtilý kov + kyselina -> reakce neprobíhá**

**Obecný kov + kyselina jako oxidační činidlo -> sůl kyseliny + voda + oxid s nižším ox.číslem**

\*výjimka: pasivace železo + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Ušlechtilý kov + kyselina jako oxidační činidlo -> sůl kyseliny + voda + oxid s nižším ox.číslem**

\*výjimka: zlato nereaguje

### Výpočet elektromotorického napětí článku:

Elektromotorické napětí je elektrické napětí, které vytvoří jiná forma energie uložená v elektrickém zdroji přepočtená na jednotkový elektrický náboj.

**Značka:**  $U_e$

**Jednotka:** V (Volt)

$$\text{Výpočet: } U_e = \frac{W}{Q},$$

kde  $W$  je práce neelektrických sil při přemístování elektrického náboje  $Q$  uvnitř zdroje.

Zapojením zdroje do elektrického obvodu se napětí na svorkách zdroje sníží na hodnotu  $U$  (napětí zatíženého zdroje):

$$U = U_e - R_i \cdot I, \text{ kde } U_e \text{ je elektromotorické napětí, } R_i \text{ je vnitřní odpor zdroje, } I \text{ je proud protékající zdrojem}$$

- **Galvanický článek:**

- je zdrojem elektrické energie, která se uvolňuje při redoxních reakcích
- Galvanicky články: primární(nevratné)  
Sekundární – vratné, dají se nabít, akumulátory  
palivové články.
- Danielův článek:
- V Danielově článku, měděné a zinkové elektrody jsou ponořeny navzájem do roztoku síranu měďnatého a síranu zinečnatého. Na anodě se zinek oxiduje, na katodě se med redukuje. ( $Zn \rightarrow Zn+2e, Cu+2e \rightarrow Cu$ ) Anionty se záporným nábojem se shromažďují kolem anody, aby udržely neutrální náboj. Naopak na katodě kationty mědi ztrácí náboj, aby udržely neutrální náboj. Tyto dva procesy doprovází hromadění mědi na katodě a koroze zinkové elektrody do roztoku jako kationty zinku. Poločlánky spojené solným mostem.  
Měď: 0,337 V  
Zinek: - 0,763 V

### Elektrolýza:

Elektrolýza je tedy děj, při němž průchodem stejnosměrného elektrického proudu roztokem nebo taveninou elektrolytu dochází k látkovým změnám. Podstatou těchto změn je výměna elektronů mezi nabitými ionty v elektrolytu a elektrodami. Z iontů se tak oxidačně-redukčními reakcemi stanou elektricky neutrální atomy nebo skupiny atomů, které se vylučují na elektrodách. Kationty putují k záporné elektrodě, anionty ke kladné

## Elektrolýza

- **Vodného roztoku NaCl:** do roztoku chloridu sodného ponoříme dvě uhlíkové elektrody a připojíme k nim zdroj stejnosměrného ele. Proudů na kladně nabitě anodě se uvolňují bublinky Cl (jako u předchozího případu) na záporně nabitě katodě se však neredukuje sodné ionty ale molekuly vody na vodík
- **Elektrolýzou nasyceného roztoku NaCl (solanky) tedy vzniká**
- **na katodě vodík:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ ,**
- **na anodě chlor:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$**
- **a v roztoku zůstává hydroxid sodný  $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ .**
- **tavenin NaCl:** do taveniny chloridu sodného ponoříme dvě inertní elektrody a připojíme k nim zdroj stejnosměrného ele. Proudů na kladně nabitě anodě se uvolňují bublinky Cl (jako u předchozího případu) na záporně nabitě katodě redukuje sodné ionty na kovový sodík
- **Soustava je tvořena pouze kationty sodnými  $\text{Na}^+$  a anionty chloridovými  $\text{Cl}^-$ .**
- **V tomto případě se na katodě redukuje kovový sodík:  $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$**
- **Na anodě vzniká oxidací chloridových aniontů plynný chlór:  $\text{Cl}^- \rightarrow \text{ClO} + \text{e}^-$ ,**
- **atomární chlór se slučuje do molekul:  $\text{Cl} + \text{Cl} \rightarrow \text{Cl}_2$**
- 

## Srovnání elektrolýzy a dějů v galvanickém článku

- **GČ:** samovolná redoxní reakce, vzniká zde napětí, záleží na materiálu elektrod, náboj katody je + a anody je -, děj na katodě-redukce, děj na anodě-oxidace
- **E:** nesamovolná redoxní reakce, vkládá se napětí, nezáleží na materiálu; katoda je - a anoda je +, děj na katodě-redukce, děj na anodě-oxidace

**Galvanické pokovování** je pokovovací proces, kdy se ionty kovu v roztoku pohybují v elektrickém poli tak, aby vytvářely povlak na elektrodě. Používá se stejnosměrný proud. Kationty dané látky se na katodě redukuje z roztoku a potahují vodivý předmět tenkou vrstvou materiálu.

**Akumulátor olovněný:** je sekundární galvanický článek s elektrodami na bázi olova, jehož elektrolytem je kyselina sírová. Hlavní výhodou olovných akumulátorů je schopnost dodávat vysoké rázové proudy. Tato vlastnost, spolu s jejich nízkou cenou, je atraktivní např. pro startování automobilu.

**Oxidoreduktázy:** je enzym katalyzující přenos elektronu z jedné molekuly (reduktantu, nebo též dárce elektronu) na druhou (oxidant, nebo též příjemce elektronu)

Oxidoreduktázy jsou seřazeny podle stoupajícího redoxního potenciálu.

## Oxidace a redukce v biochemii (hydrogenace/dehydrogenace)

Dehydrogenace a hydrogenace (oxidace a redukce)

Během chemické reakce zvané **dehydrogenace** dochází k **odstranění -H z molekuly**. Vodík, který tímto procesem získáme, můžeme následně využít při **tvorbě protonového gradientu v mitochondriích** a k **zisku energie (ATP)**. **Vnesení vodíku** do molekuly se nazývá **hydrogenace**. V organismu se dehydrogenace a hydrogenace vyskytují například při:

**a) Oxidacích jednoduchých vazeb na vazby dvojně**

**b) Vzájemných přeměnách alkoholů – aldehydů / ketonů – karboxylových kyselin**

### Oxidoredukce v biologických systémech

Nejdůležitější oxidoredukční reakce probíhají při odbourání živin z potravy.

Přeměna živin a energie z nich na ATP může probíhat třemi způsoby:

1. **Tvorbou redukovaných koenzymů** při nichž se substráty oxidují. K těmto procesům patří glykolýza a  $\beta$ -oxidace. Vodíky při nich přechází na koenzymy.
2. **Dýchacím (respiračním) řetězcem**, což je sled reakcí, kdy se H z redukovaných koenzymů slučuje s kyslíkem za vzniku vody.
3. **Oxidační (aerobní fosforylace)**, kdy se energie vzniklá při přenosu vodíku na kyslík využije k tvorbě ATP. Existuje i substrátová fosforylace, při nichž vzniká ATP rozpadem energeticky bohaté sloučeniny.

Oxidoredukční děje probíhají také při některých syntetických pochodech (syntéza mastných kyselin, cholesterolu)

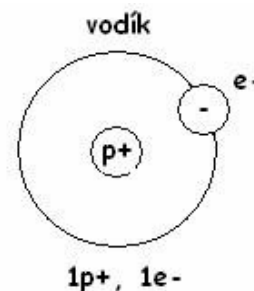
K oxidoredukcím patří i další reakce probíhající v buňkách (odbourání alkoholu, tvorba laktátu, hydroxylace substrátů, tvorba disulfidových můstků ad.)

## 9.

### Vodík v anorganických a organických sloučeninách

#### Atom vodíku

- První člen PSP, ale není to alkalický kov
- Značí se H (hydrogenium)
- Nejjednodušší elektronová konfigurace  $1s^1$
- Nejmenší hmotnost a nejmenší poloměr
- Jsou známy 3 izotopy vodíku lišící se počtem neutronů v jádře
- **Izotopy**-stejný počet protonů, různý počet neutronů
  - $^1_1\text{H}$  protium – lehký vodík
  - $^2_1\text{H}$  (D) deuterium – těžký vodík
  - $^3_1\text{H}$  (T) tritium – radioaktivní vodík
- V přírodě se vyskytuje hlavně lehký vodík vázaný ve vodě a org.sloučeninách-> **Biogenní prvek**
- 9. nejrozšířenější prvek na Zemi->volný v sopečných a zemních plynech, ve velkém množství v souhvězdí a sluneční atmosféře a dále ve vesmíru
- **Vlastnosti vodíku**
  - Nekov s elektronegativitou: 2,2
  - Relativní atomová hmotnost  $A_r = 1,01$
  - Oxidační čísla: -I, I
  - Ionizační energie je dvojnásobná ve srovnání s alkalickými kovy
  - Atomy vodíku jsou za běžných podmínek nestálé
  - Stabilnější elektronovou konfiguraci  $1s^2$  získávají vytvořením chemické vazby:
    - a) Vznikem nepolární nebo polární kovalentní vazby, např.  $\text{H}_2$ ,  $\text{HCl}$  (k.chlorovodíková)
    - b) Přijetím elektronu od atomu s malou elektronegativitou vznikne hydridový anion  $\text{H}^-$  např. v hydridu sodném  $\text{NaH}$
    - c) Odštěpením elektronu vzniká kation  $\text{H}^+$ , který je však nestálý a ihned se váže na molekulu obsahující volný elektronový pár např. hydroxoniový kation ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) nebo amonný kation ( $\text{NH}_4^+$ )
  - Jsou-li atomy vodíku vázány polární kovalentní vazbou s atomy prvků o velké elektronegativitě např. (F, O, N) ->váží se se sousedními molekulami->vznikají vodíkové vazby
  - Vodík je za normálních podmínek bezbarvý a lehký plyn, bez chuti a bez zápachu, skládá se z dvouatomových molekul  $\text{H}_2$ , ve kterých jsou atomy vodíku vázány jednoduchou nepolární kovalentní vazbou
  - Nepodporuje hoření
  - Lehčí než vzduch
  - Při smíchání s kyslíkem tvoří výbušnou směs
  - Ve vodě málo rozpustný
  - S většinou prvků se slučuje za zvýšené teploty nebo za přítomnosti katalyzátorů
- **Příprava**
  - Elektrolýza vody (na katodě se vylučuje vodík)
  - Reakcí prvků  $s^1$  a  $s^2$  s vodou





- Reakcí méně ušlechtilých kovů s vodní párou
- Reakcí kovů s vodnými roztoky kyselin a hydroxidů
- Rozkladem iontových hydridů vodou nebo tepelným rozkladem hydridů některých přechodných kovů
- Výroba
  - Tepelným rozkladem zemního plynu
  - Reakce vodní páry s rozžhaveným černým uhlím
  - Elektrolýza NaCl....jako vedlejší produkt
- Užití vodíku
  - Jako redukční činidlo
  - Výroba ztužených tuků
  - Výroba kovů
  - Dodává se v ocelových lahvách označených červeným pruhem
  - Chladič alternátorů v elektrárnách
  - Plnění vzducholodí a balónů
  - Odstraňování síry z ropy při zpracování
- Anorganické sloučeniny
  - Hydridy
    - Binární sloučeniny vodíku
    - 1) IONTOVÉ(solné)-sloučeniny vodíku s alkalickými kovy a kovy alkalických zemin (např. hydrid sodný NaH, hydrid vápenatý CaH<sub>2</sub>)
      - Nestabilní reaktivní
      - Bezbarvé krystalické látky
      - Pevné látky s vysokou teplotou tání
      - Silná redukční činidla
      - Lze je připravit přímou reakcí H s alkalickými kovy
      - OX.č. -I
    - 2) KOVOVÉ
      - Vodík a přechodné prvky (d a f prvky)
      - Křehké pevné látky, kovového vzhledu
      - Vodivé/polovodivé
      - Používají se při katalytické hydrogenaci
    - 3) KOVALENTNÍ-sloučeniny vodíku s p<sup>1</sup> až p<sup>5</sup> prvky (např diboran B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, fosfan PH<sub>3</sub>, sulfan H<sub>2</sub>S)-> za normálních podmínek plynné a těkavé látky.Hydridy se slabě polární kovalentní vazbou (např CH<sub>4</sub>,PH<sub>3</sub>) s vodou nereagují. Hydridy se silně polární kovalentní vazbou s vodou reagují za uvolnění hydroxoniového kationtu
    - 4)HYDRIDOVÉ KOMPLEXY
      - Komplexní sloučeniny
  - Peroxid vodíku H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
    - Zastaralé kysličník
    - Čirá kapalina
    - Silné oxidační, ale i redukční vlastnosti
    - Neomezeně rozpustný ve vodě

- Slabá kyselina
- Nestabilní, rozkládá se
- Viskóznější než voda
- Bělící účinky
- Antiseptikum, dezinfekce
- Organické sloučeniny
  - Uhlovodíky
    - Jejich mlk jsou tvořeny pouze atomy vodíku a kyslíku
    - Mohou být cyklické, aromatické nebo acyklické
  - Alkany
    - Nasycené uhlovodíky (jen jednoduché vazby)
    - Mají v názvu koncovku –AN a homologický vzorec.
    - Elektricky nevodivé nepolární látky, nemohou tvořit vodíkové můstky
    - Vyskytují se v zemním plynu, ropě a přírodním asfaltu
    - Homologická řada:  
Obecný vzorec  $C_nH_{2n+2}$   
Methan  $CH_4$ , ethan  $C_2H_6$ , propan  $C_3H_8$ , butan  $C_4H_{10}$ , pentan  $C_5H_{12}$ , hexan, heptan, oktan, nonan, dekan, undekan, dodekan
    - C1-C4 jsou plyny
    - C5-C15 jsou kapaliny
    - C16 a vyšší jsou pevné látky

Homologické štěpení vazeb → vznik vysoce reaktivních částic-radikál (vazba se přetrhne uprostřed)

Reakční mechanismus radikál:

- Iniclace → rozštěpení vazeb za vzniku radikál  
Účinkem teploty, UV záření, katalyzátoru se štěpí nejprve vazby činidla
- Propagace → šíření reakce  
Reakce činidla s alkanem → radikál činidla je nestálý odebere H alkanu a vzniká organický radikál- nestálý  
→ řetězový průběh dokud se nespoteřebují všechny radikály
- Terminace → ukončení reakce  
Zánik radikálů → přidáním inhibitorů, snížením teploty

- Typické reakce
  - Hydrogenační reakce
    - Mezi molekulárním vodíkem a nenasycenou látkou
    - Většinou k redukci nebo saturaci organické sloučeniny
    - Užití katalyzátorů
    - Užití
      - Potravinářství, petrochemický a farmaceutický průmysl
  - Hoření alkanů
    - Rychlé až explozivní
    - Produktem  $H_2O$  a  $CO_2$
    - Úplná oxidace alkanů (odevzdává el.)
    - Exotermní (uvolnění většího množství tepla)

- Indukční efekt
  - Posuny elektronů vyvolané přítomností polární kovalentní vazby
  - = vliv funkční skupiny na zbytek molekuly → vliv na vlastnosti látek
  
  - A) záporný
    - Vyvolá atom s vyšší elektronegativitou
    - Elektroakceptory
  - B) kladný
    - -OH, uhlíkaté řetězce

vliv fčící skupiny na reaktivitu - např halogenderiváty chlorethan ve srovnání s chloretenem;  
methylamin - vliv na zásaditost ve srovnání s anilinem; )

halogenderiváty:

**chloreten=Vinylchlorid**

je jedovatý, při pokojové teplotě bezbarvý plyn nasládlé vůně s mírně narkotickými účinky.  
je důležitá průmyslová látka používaná především při výrobě jejího polymeru, polyvinylchloridu (PVC).

**Chlorethan**

Je to bezbarvý hořlavý plyn  
používán jako lokální anestetikum

**methylamin**-pH = 12, silnější báze

**anilin**-pH = 7

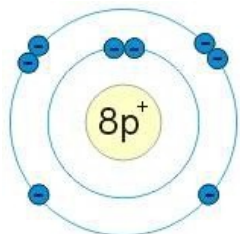
Obecně tedy platí, že bazicita je ovlivněna dvěma efekty – kladným indukčním efektem (dochází ke zvýšení elektronové hustoty a ke zvýraznění bazického charakteru) a solvatací (obklopování molekuly aminu molekulami vody – jedná se tedy o tvorbu vodíkových můstků.)

## 10.

### Kyslík v anorganických sloučeninách

Atom kyslíku

- Stavba



○

- Izotopy

- Izotopy s nukleonovým číslem 12-28
- Velmi nestabilní
- Stabilní jsou pouze 16O, 17O, 18O
- 16O – je ho nejvíc
  - Vzniká během vývoje hvězd
  - Primární izotop (hvězdy ho umí vytvořit z helia)
- 17O, 18O (také ve hvězdách, ale později při CNO cyklu)
  - Sekundární izotopy (musí se přidat jádro)

- Vlastnosti kyslíku

- Bezbarvý Plyn
- 1 z hlavních složek atmosféry
- Biogenní
- Exotermní reakce
- Značí se O
- Latinsky Oxygenium
- Elektronegativita 3,44
- R. A. hmotnost = 16
- Velmi reaktivní prvek
- V podobě prvku se slučuje do molekuly O<sub>2</sub>
- El. Konfigurace = 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>4</sup>
- 2 periody
- 6 A skupina (nepřechodný)
- Tvoří ox. Čísla (-II, -I, -I/2, II)
- Tání -219 °C
- Var -183 °C
- Hustota 1,429 kg/m<sup>3</sup>

- Alotropické modifikace

- Volné kyslíkové radikály
  - Superoxidy

- Vznikají v dýchacím řetězci (při uniku elektronů z komplexů I a III.)
    - Reakcí kyslíku s NADPH-oxidázou( v buňkách schopných fagocytózy)
    - Účinkem nějakého enzymu (cyklooxygenázy, lipooxygenázy,...)
  - Hydroxylový radikál
    - Vznik ionizačním zářením
- Dikyslík
  - Obyčejná nám známá forma kyslíku O<sub>2</sub>
- Ozon
  - O<sub>3</sub>
  - Velmi reaktivní (víc než O<sub>2</sub>)
  - Objeven 1840 – Christianem Fridirichem Schönbeimem
  - Přirození výskyt = stratosféra
  - Ochrana země před UV – absorpce
  - Vznik reakcí radikálu kyslíku s dikyslíkem
  - Současný problém „ozonová díra“ = oslabení vrstvy O<sub>3</sub>
    - Zapříčiněno freony (radikály z freonů rozbíjeli O<sub>3</sub> na O<sub>2</sub>)
    - $\text{Cl}\cdot + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO}\cdot + \text{O}_2$
    - $\text{ClO}\cdot + \text{O}_3 \rightarrow \text{Cl}\cdot + \text{O}_2$
    - Takto dokola dokud nedojde k rekombinaci radikálu
- Tetrakyslík
  - Prokazatelně detekován v roce 2001
  - Životnost 1 μs
  - Předikován již v 1924 (tekutý kyslík se nechoval podle Curierova zákona)
  - Jedná se nejspíše o komplex 2 O<sub>2</sub> molekul
- Pevný kyslík
  - Vznik při menší teplotě jak -219 °C
  - Čirá lehce namodralá látka
  - Absorbuje červené záření
  - Podle tlaku se zde rozlišují různé fázové přechody s různými vlastnostmi
- Výskyt
  - V atmosféře (21%)
  - V oceánech a vodě
  - V zemské kůře – jako sloučenina v horninách
  - Ve vesmíru – ve hvězdách
  - O<sub>3</sub> ve stratosféře
- Příprava
  - Termický rozklad kyslíkatých solí a oxidů
    - Př. (Manganistan draselný)  $2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$
    - Př. (Dusičnan draselný)  $2\text{KNO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$
    - Př. (peroxid vodíku)  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
  - Nebo elektrolýzou slabého roztoku kyseliny sírové( kvůli vodivosti „katalyzátor?“)
- Výroba
  - Průmyslově se vyrábí frakční destilací zkapalněného vzduchu nebo frakčním zkapalňováním vzduchu
  - Výroba také elektrolýzou vody

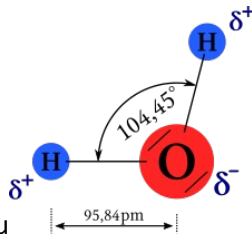
- Tlakové lahve na kyslík jsou označené bílou barvou
- Význam + využití
  - Přímé slučování (hoření) za vzniku tepla a světla, energie pohybu (oheň, motor, vytápění, hoří plynu)
  - Okysličovadlo (pro hoření v místech bez přístupu s kyslíkem)
  - Koroze (nežádoucí oxidace kovů)
  - Kosmonautika (vyrovnávání přetlaků ve vesmíru a cestou do vesmíru)
  - Medicína (léčba dekompresní nemoci, dýchacích potíží, okysličení odkysličeného organismu, desinfekce, neutralizace kyselin)
  - Metalurgie (výroba oceli)
  - Řezání kovů (slučování kyslíku s acetylenem, za vzniku extrémních teplot)
  - Organismy (buněčné dýchání, buněčné hoření, oxidace potravy, fotorespirace)
  - Tvorba kyselin, zásad
  - Stavebnictví (hydroxid vápenatý (hašené vápno), čištění trubek (hydroxid sodný))
- Významné anorganické sloučeniny
  - Flouridy
    - Nestále, kyslík ox. Číslo I, II
    - Soli kyseliny flourovodíkové a kyslíku
    - Diflourid kyslíku, diflourid peroxidu (OF<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)
  - Oxidy
    - Binární sloučeniny s kyslíkem
    - Ox. číslo -II
    - Dělení podle chem. chování
      - **Kyselé oxidy** = nekovy + kovy s ox. Číslem V a víc, kyselinotvorné
        - SO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>
      - **Oxidy bazické** = elektro pozitivní prvky (alkalické, kovy alkalických zemin
        - Zásadotvorné
        - CaO, MgO
      - Netečné oxidy = (nereagují s vodou, nejsou acidobazické, NO, CO, ...)
    - Dělení podle struktury:
      - **Inotové, molekulové, ...**
      - **Amfoterní**
    - Suboxidy = elektro pozitivnější prvek má číslo menší než 1 (Cu<sub>4</sub>O, ...)
    - Podvojně oxidy = sloučenina více druhů oxidů
      - Oxid železnato-železitý
      - Oxid železnato-chromitý, oxid sodno-amonný
  - Peroxidy
    - Kovalentní vazba dvou atomů kyslíku (ox. Číslo -1 každý = -2)
    - Oxidační činidla, využití v pyrotechnice (peroxid barnatý)
    - Diamagnetické, vysoce reaktivní,
    - 2 antivazebné p-orbitály
    - Př. (peroxid vodíku, peroxid sodný, peroxid barnatý)
  - Hyperoxidy (superoxidy)
    - Ox. Číslo molekuly O<sub>2</sub> = -1 (O=O) dvojná vazba

- Důležité v biologii ( fagocytózní buňky)
- Paramagnetické vlastnosti, radikál volný
- $\text{KO}_2$ ,  $\text{NaO}_2$ ,  $\text{CsO}_2$ ,  $\text{RbO}_2$
- Kyslíkaté kyseliny
  - Kyslíkaté kyseliny, Thiokyseliny, Peroxokyseliny, Halogenkyseliny, Amidokyseliny, Isopolykyseliny
  - 3 prvkové látky, vodík, kyslík + centrální atom
  - Počet atomů vodíku určuje sytnost
  - Nahrazením vodíku kationtem kovu tvoří kyslíkaté soli
- Ozonidy
  - $\text{O}_3^-$
  - Delokalizovaný protivazebný orbital
  - $\text{KO}_3$ ,  $\text{NaO}_3$ ,  $\text{LiO}_3$
- Hydroxidy
  - 3 prvkové sloučeniny
  - Aniontová skupina (OH)
  - Ox. Číslo -1
  - Hydroxid draselný, hydroxid barnatý, hydroxid hlinitý,....
  - Stavebnictví (hydroxid vápenatý (hašené vápno), čištění trubek (hydroxid sodný))
- Hydrogenperoxydy
  - $\text{HO}_2$  skupina, furt -1, kyslík má taky -1

- Voda

- Molekula

- $\text{H}_2\text{O}$



- Má lomenou molekulu
- $104.45^\circ$
- Polární vazba
- Oxidan
- V podobě ledu zaujímá voda tvar šesterečného minerálu (forem ledu je hodně, ale nezajímavější je sníh, jedna se o složité členěné kostrovité krystalky šestiramenných hvězd)

- Vlastnosti

- Vzniká při hoření
- $0^\circ\text{C}$  tání
- $100^\circ\text{C}$  var
- Primárně kapalina
- Acidobazická sloučenina
- Trojbod vody = 0 stupňů
- Nej hustší je voda při 4 stupních

- Molekula vody tvoří takzvaný dipól, ten je způsoben tím, že silnější kyslík k sobě přitáhne elektron vodíku (stále však tento elektron patří vodíku) a na vodíku tedy vznikne slabý kladný náboj a na kyslíku záporný
- Anomálie vody: voda je mezi kapalinami výjimkou z hlediska závislosti svého objemu na teplotě. Zahříváme-li vodu z 0°C na 4°C, zmenšuje se její objem a její hustota roste. Ve 4°C voda dosahuje max. hustoty 1000 kg na kubický metr. Teprve od teploty 4°C výše se objem vody zvětšuje a hustota se zmenšuje. Tato odlišná závislost teploty a hustoty vody v porovnání s ostatními kapalinami je anomálie vody. Pac při 4 stupních celsia fungují vodíkové mustky nejvic a voda je nejvic nahustena
- Povrchové napětí je efekt, při kterém se povrch kapalin chová jako elastická fólie a snaží se dosáhnout co možná nejhladšího stavu s minimální plochou. To znamená, že se povrch tekutiny snaží dosáhnout stavu s nejmenší energií. Čím větší je povrchové napětí, tím „kulatější“ je kapička této kapaliny.
- Povrch kapaliny se tedy chová tak, jako by byl tvořen velmi tenkou pružnou vrstvou, která se snaží stáhnout povrch kapaliny tak, aby měl při daném objemu kapaliny co nejmenší obsah. Pokud by na kapalinu nepůsobily vnější síly, měla by kulový tvar, protože koule má ze všech těles stejného objemu nejmenší povrch. Při působení vnějších sil je situace poněkud složitější. Vždy se však volný povrch kapaliny snaží snížit velikost celkového povrchu na co možná nejmenší možnou míru. Jsou-li vnější síly velmi malé proti silám povrchového napětí, bude se kapalina snažit zaujmout přibližně kulový tvar. To se děje např. u drobných kapiček tvořících mlhu, u kapek rtuti apod. Voda má asi  $72 \cdot 10^{-3} \text{N/m}$
- Povrchové napětí bývá někdy také označováno jako kapilární konstanta.
- S povrch napětím souvisí mnoho jevů třeba kapilarita (schopnost kapalin vzlínat v úzkých trubičkách, navzdory gravitaci)
- Adheze je síla přilnavosti, mezimolekulární přitažlivé chemické a fyzikální síly na styčných plochách v nerovnostech a pórech materiálů (Van der Waalsova síla). Van der Waalsovy síly jsou velmi slabé přitažlivé síly, které působí mezi nepolárními molekulami a jsou důsledkem vzniku okamžitého elektrického dipólu.
- Koheze též soudržnost je jev vznikající působením přitažlivých sil mezi částicemi dané látky.
- Voda patří mezi slabé elektrolyty, a to jen díky tomu, že jsou v ní rozpuštěné ionty jiných prvků, pokud si vezmeme destilovanou vodu, tak ta proud nevede
- Při elektrolýze vody se jako elektrolyt používá roztok kyseliny sírové  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a ve vodě elektrody z platiny, která s kyselinou sírovou nereaguje. Disociací molekul kyseliny sírové vznikají v roztoku kladné ionty vodíku  $\text{H}^+$  a záporné ionty  $\text{SO}_4^{2-}$ . Kationty vodíku se pohybují k záporné elektrodě, od které přijímají elektron a slučují se do molekuly vodíku  $\text{H}_2$ . Anionty  $\text{SO}_4^{2-}$  se pohybují ke kladné elektrodě, které odevzdají své přebytečné elektrony a elektricky neutrální molekula  $\text{SO}_4$  okamžitě reaguje s vodou - vzniká nová molekula  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Při této reakci se uvolňují molekuly kyslíku  $\text{O}_2$ . U záporné elektrody se tedy vylučuje z roztoku vodík, u kladné elektrody se vylučuje kyslík. Přitom v elektrolytu zůstává stejný počet molekul kyseliny sírové  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , zatímco ubývá molekul vody  $\text{H}_2\text{O}$ ,



koncentrace roztoku se zvyšuje. K elektrolýze vody se používá Hoffmanův přístroj.

- Energetická účinnost elektrolýzy vody (získaná chemická energie/dodaná elektrická energie) dosahuje v praxi 60-70%. [1]

#### ○ Rozpouštědlo+

- Polární látky
- Iontové látky( el. Permittivita vysoká)
- vodíkové můstky=Voda také tvoří takzvané vodíkové můstky, což jsou poměrně silné nezávislé interakce mezi silně elektronegativním atomem s volným elektronovým párem ( uvažujeme většinou jen kyslík a dusík, max asi fluor). Při vazbě s vodíkem dojde k odkrytí jádra vodíku. A tímto otevřeným kladným jádrem k sobě je schopno přitahovat nezávislé el. Pár (kyslíku nebo dusíku)
- Autoprotolýza je chemická reakce, která probíhá mezi dvěma molekulami rozpouštědla, z nichž jedna reaguje jako kyselina a druhá jako zásada.
- Autoprotolýza v případě, že je rozpouštědlem voda (autoprotolýza vody):
  - $H_2O + H_2O \rightarrow H_3O^+ + OH^-$

#### ○ Tenzid

- Jedná se o amfifilní látky, které částí nalepí na hydrofobní látku a druhou částí na hydrofilní (v našem případě vodu) a sníží tím povrchové napětí vody a umožní tím rozpětlení daného kousku do vodného roztoku, takto fungují prací prostředky

#### ○ Hydráty

- Látky, které mají ve svých molekulách zabudovanou vodu, jedná se především o krystaly, jejichž vlastnosti se liší od vlastností bezvodých krystalů.

#### ○ Hygroskopie

- Vlastnost některých látek dychtivě přijímat vodu, prostě do sebe nasávají všechnu vodu, i vzdušnou vlhkost
- Příklad je chlorid sodný nebo kyselina sírová
- Tyto látky mají normálně pevný stav a přijímáním vody měknou

#### ○ Težká voda

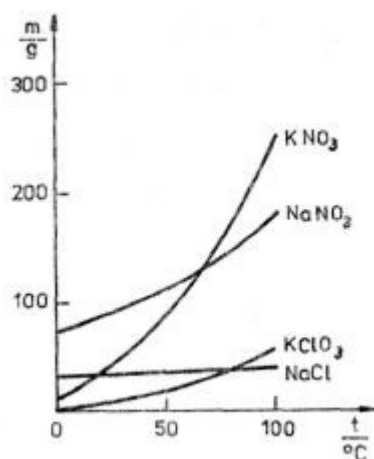
- Jedná se o oxid deuteria ( místo vodíků jsou tam 2 deuteria) D<sub>2</sub>O
- Je méně reaktivní, mírně jedovatá
- Využívá se jako moderátor v jaderných reakcích, kde zpomaluje neutrony
- Dále pak k syntéze látek obsahujících deuterium
- Normálně obsažena ve vodě, vyrábí se separací od vody

○

#### ○ Vodné roztoky

- Mohou mít různé pH ( 0-14, kyselina < 7= neutral, > zásada)
- Anorganické látky mohou mít v sobě zabudovanou vodu = hydráty
- Příklad.  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$
- Roztoky se tvoří  $m(\text{rozpuštěné látky})/m(\text{celku}) \cdot 100$
- Je to v procentech.
- Nasycený roztok je roztok ve kterém již nelze dále nic rozpouštět, tuto hranici lze zvednout například zahřátím, toho se využívá při výrobě krystalů
- Nenasycený roztok = opak

- Hmotnostní zlomek je podíl hmotnosti jedné látky ku hmotnosti celku, nabývá hodnot od 1 do 0 a proto ho můžeme vynásobit 100 a získat hmotnostní procenta
- Objemový zlomek je podíl objemu rozpuštěné látky ku objemu roztoku celého. Zase to jde vynásobit na objemová procenta stovkou
- Molární koncentrace je definována jako podíl hmotnosti ropuštěné látky ku objemu celku\*hmotnostní konstanta// nebo// jako podíl počtu molů rozpuštěné látky ku objemu celku
- Rozpustnost látek ve vodě závisí na jejich ochotě se rozpouštět, možnosti zda jsou vůbec rozpustné (nepolární látky, sraženiny), teplotě, tlaku a dalších rozpuštěných látkách (zda je nevytěsňují) a na nasycenosti roztoku
- Voda může měnit svou teplotu při rozpouštění, důvodem jsou mřížková a hydratační energie. Mřížková energie je energie potřebná k rozbití iontové mřížky a hydratační energie je energie uvolněná (energie uvolněná při solvataci rozpuštěných iontů), tímto způsobem může teplota vody poklesnout díky menší hydratační energii než mřížkové
- Solvatace, je obalení iontu vodou, na základě elektrického náboje a dipólu vody



křivka rozpustnosti

<b>OXIDY</b>		
<b>Zásadotvorné oxidy</b>	<b>Kyselinotvorné oxidy</b>	<b>Amfoterní oxidy</b>
<b>reagují</b>		
<b>1) s vodou</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (jen rozpustné ve vodě)</li> <li>• <b>vznikají ve vodě rozpustné hydroxidy - louhy :</b></li> </ul>	<b>1) s vodou</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (jsou oxidy, které s vodou <b>nereagují</b>, například <math>\text{SiO}_2</math>)</li> <li>• <b>vzniká kyselina:</b></li> <li>• <math>\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HPO}_3</math> - kyselina</li> </ul>	<b>1) s louhy</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (projevují vlastnosti kyselinotvorných oxidů);</li> <li>• <b>vzniká sůl kyseliny, která odpovídá</b></li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>K_2O + H_2O = 2KOH</math> - hydroxid draselný</li> </ul> <p><b>2) s kyselinotvornými oxidy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vzniká sůl kyseliny, která odpovídá kyselinotvornému oxidu:</li> <li>• <math>SrO + N_2O_5 = Sr(NO_3)_2</math> - dusičnan strontnatý</li> </ul> <p><b>3) s amfoterními oxidy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vzniká sůl kyseliny, která odpovídá amfoternímu oxidu:</li> <li>• <math>CaO + ZnO = CaZnO_2</math> - zinečnatan vápenatý</li> </ul> <p><b>4) s amfoterními hydroxidy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kde amfoterní hydroxidy se chovají jako kyseliny</li> <li>• vzniká sůl a voda:</li> <li>• <math>3Na_2O + 2Cr(OH)_3 = 2Na_3CrO_3 + 3H_2O</math> - chromitan sodný + voda</li> </ul> <p style="text-align: center;">nebo</p> $3Na_2O + 2H_3CrO_3 = 2Na_3CrO_3 + 3H_2O$ <p>- chromitan sodný + voda</p> <p><b>5) s kyselinami</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vzniká sůl a voda:</li> <li>• <math>CrO + H_2SO_4 = CrSO_4 + H_2O</math> - síran chromnatý + voda</li> </ul>	<p style="text-align: center;">fosforečná</p> <p><b>2) se zásadotvornými oxidy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vzniká sůl:</li> <li>• <math>N_2O_3 + Li_2O = 2LiNO_2</math> - dusitan litný</li> </ul> <p><b>3) s amfoterními oxidy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vzniká sůl:</li> <li>• <math>Mn_2O_7 + ZnO = Zn(MnO_4)_2</math> - manganistan zinečnatý</li> </ul> <p><b>4) s amfoterními hydroxidy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kde amfoterní hydroxidy se chovají jako zásady</li> <li>• vzniká sůl a voda:</li> <li>• <math>3SO_3 + 2Al(OH)_3 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O</math> - síran hlinitý + voda</li> </ul> <p><b>5) s hydroxidy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vzniká sůl a voda:</li> <li>• <math>V_2O_5 + Ba(OH)_2 = Ba(VO_3)_2 + H_2O</math> - vanadičnan barnatý + voda</li> </ul>	<p><b>amfoternímu oxidu + voda:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>ZnO + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O</math> - zinečnatan sodný + voda</li> </ul> <p><b>2) se zásadotvornými oxidy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (projevují vlastnosti kyselinotvorných oxidů)</li> <li>• vzniká sůl kyseliny, která odpovídá amfoternímu oxidu:</li> <li>• <math>SnO + MgO = MgSnO_2</math> - cínatan hořečnatý</li> </ul> <p><b>3) s kyselinotvornými oxidy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (projevují vlastnosti zásadotvorných oxidů);</li> <li>• vzniká sůl:</li> <li>• <math>PbO + N_2O_5 = Pb(NO_3)_2</math> - dusičnan olovnatý</li> </ul> <p><b>4) s kyselinami</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (projevují vlastnosti zásadotvorných oxidů)</li> <li>• vzniká sůl a voda:</li> <li>• <math>2Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O</math> - síran hlinitý + voda</li> </ul>
--	--	--

**Kyslík v organických sloučeninách****Etery**

Jsou deriváty uhlovodíků, obsahují ve svých molekulách dvojnásobný kyslík, na který jsou navázány dva UHV zbytky. Mají obecný vzorec R-O-R. Jednoduché ethery mají v mlk dva stejné UHV zbytky, smíšené mají dva různé.

- **Názvosloví:**
  - **Obecné:**
    - Jeden z uhlovodíkových zbytků se stanoví jako nadřazený a vyjádří se názvem základního uhlovodíku. Druhý zbytek se vyjádří jako alkokyskupina.
  - Funkční:
    - Názvy jednotlivých uhlovodíkových zbytků se uvedou v abecedním pořadí a připojí se koncovka ether, přičemž druhý substituent je uzávorkován
  - Triviální:
    - diethylether=éter
- **Fyzikální vlastnosti:**
  - dimethylether je plyn, ostatní vyšší ethery jsou kapaliny a některé i pevné látky
  - Jsou charakteristické svou vůní, jsou těkavé, hořlavé.
  - Etery jsou většinou ve vodě nerozpustné, ale dobře se mísí s organickými rozpouštědly, jsou to dobrá nepolární rozpouštědla.
  - Etery jsou většinou hořlavé a jejich páry vytváří se vzduchem výbušnou směs.
- **Chemické vlastnosti**
  - Jelikož v molekulách etherů nejsou atomy vodíku poutány s atomem kyslíku (nebo jiným prvkem s vysokou elektronegativitou), nemůže dojít ke vzniku vodíkových můstku, a tak jsou teploty tání a varu těchto sloučenin nižší než u alkoholů.
- **Použití**
  - Diethylether=běžně i jen ether – využívá se jako rozpouštědlo, extrakční činidlo, patří mezi hořlaviny. Má narkotické účinky.
  - Ethylenoxid (Oxiran) – je jedovatý plyn, využívá se při výrobě ethylenglykolu či polyamidů

**Hydroxyderiváty**

Deriváty uhlovodíků obsahující navázanou jednovaznou hydroxylovou skupinu OH

- **Názvosloví:**
  - Pokud je –OH skupina vázaná na uhlíkový atom, který není součástí aromatického kruhu, jedná se o alkoholy.
    - Název alkoholu tvoříme složením názvu základního uhlovodíku s příponou –ol
  - Pokud je –OH skupina navázána přímo na uhlíkový atom aromatického kruhu, jedná se o fenoly.
    - U fenolů se nejčastěji využívají triviální anebo polotriviální názvy. Systematické pojmenovávání se prakticky nepoužívá. (hydrochinon)
- **Fyzikální vlastnosti:**
  - Nejnižší alkoholy jsou kapaliny příjemné vůně, neomezeně mísitelné s vodou (prvních 12 členů homologické řady), vyšší alkoholy jsou krystalické látky ve vodě prakticky nerozpustné. Rozpustnost klesá se zvyšující se počtem atomů uhlíku v jejich molekule. Samotné alkoholy jsou rovněž dobrými rozpouštědly.
  - Fenoly jsou barevné kapaliny či krystalické látky s charakteristickým zápachem, málo rozpustné ve vodě. Nejjednodušší fenoly většinou patří mezi jedovaté látky, mnohé z nich mají antiseptické účinky.

- Díky přítomnosti vodíkových vazeb mezi molekulami hydroxysloučenin mají hydroxysloučeniny poměrně vysoké teploty varu a tání (v porovnání s UHV se stejným počtem atomů uhlíku).
- **Chemické vlastnosti:**
  - Hydroxysloučeniny jsou amfoterní, vodík v hydroxylové skupině lze odštěpit ve formě protonu H<sup>+</sup>, což dodává hydroxysloučeninám mírně kyselý charakter.
  - (-Přítomnost dvou volných elektronových párů na kyslíkovém atomu dodávají naopak hydroxysloučeninám mírně zásaditý charakter (mohou poutat proton kyseliny))
  - Alkoholy jsou slabé kyseliny mající schopnost odštěpovat proton. Alkoholy jsou však tak slabými kyselinami, že mohou ochotně reagovat rovněž s kyselinami.
  - Zatímco primární a sekundární alkoholy se snadno oxidují, tak k oxidaci alkoholů terciárních vzhledem k jejich vysoké stabilitě nedochází. Alkoholy se nemohou redukovat. Oxidací primárních alkoholů vznikají nejprve aldehydy, které se mohou dále oxidovat až na karboxylové kyseliny.
  - Oxidací sekundárních alkoholů vznikají ketony a oxidací fenolů chinony.
- **Použití:**
  - Oxidace alkoholů mají průmyslový význam, např. výroba aldehydů a ketonů, KK. Esterifikací alkoholů s mastnými kyselinami (kyslíkatými kyselinami) pak vznikají estery.
  - Dále se např. alkoholové kvašení využívá v potravinářství při výrobě piva, vína a destilátů.
  - Další použití:
    - methanol (dřevný líh) CH<sub>3</sub>OH je nejjednodušší alkohol. Patří mezi silně toxické látky, uplatňuje se jako rozpouštědlo či při výrobě formaldehydu.
    - ethanol (triviálně líh) se získává kvašením, je obsažen v alkoholových nápojích, používá se na výrobu léčiv a kosmetiky, jako dezinfekční prostředek a rozpouštědlo, k výrobě kyseliny octové
    - ethylenglykol – jedovatá, olejovitá kapalina neomezeně mísitelná s vodou, slouží jako složka do nemrznoucí směsi Fridexu, rozpouštědlo, pro výrobu plastů
    - glycerol (glycerín) - kapalina nasládlé chuti, mísitelné s vodou, používá se v kosmetice, k výrobě celofánu, plastů, glyceroltrinitrátu – silné výbušniny
    - fenol –bezbarvá krystalická látka, žíravina, má benzenové jádro, na jeden uhlík navázaná OH skupina, k výrobě plastů, léčiv, pesticidů, barviv

### **Karbonylové sloučeniny**

Pro aldehydy a ketony je charakteristická přítomnost karbonylové skupiny (oxoskupiny) >C=O, na uhlík je dvojnou vazbou navázán kyslík

- **Názvosloví:**
  - aldehydy –mají na uhlík karbonylové skupiny navázán vodík a UHV zbytek; výjimkou je formaldehyd, který má na uhlíku karbonylové skupiny navázány dva vodíky
  - ketony – mají na uhlík karbonylové skupiny navázány dva UHV zbytky
  - Názvy aldehydů se vytváří spojením kmenu názvu uhlovodíku s příponou –al. Pro ketony se používá –on. Jednotnou předponou pro karbonylové sloučeniny (aldehydy i ketony) je předpona oxo-.
- **Fyzikální vlastnosti**
  - nižší aldehydy i ketony jsou kapaliny (výjimkou je plynný formaldehyd), vyšší jsou pevné látky
  - nižší aldehydy i ketony jsou ve vodě rozpustné, rozpustnost klesá s rostoucí molekulovou hmotností

- nižší aldehydy pronikavě zapáchají, vyšší aldehydy a některé ketony mají příjemnou vůni (ovocnou nebo květinovou)
- mají vyšší teploty varu než příslušné nenasycené UHV, ale nižší než odpovídající alkoholy, **netvoří vodíkové vazby**
- s rostoucím řetězcem se zvyšují body tání a varu karbonylových sloučenin
- **Chemické vlastnosti**
  - karbonylová skupina je polární, pí elektrony se přesunují směrem k elektronegativnějšímu kyslíku, na atomu uhlíku vzniká částečný kladný náboj a na atom kyslíku záporný
  - -karbonylová skupina je velmi reaktivní (zvyšuje kyselost)
- **Použití:**
  - formaldehyd = methanal– ostře páchnoucí plyn, dráždí a patří mezi rakovinotvorné látky; dezinfekční prostředek, surovina pro výrobu plastů a barviv, jeho 40% roztok formalin slouží k dezinfekci a jako konzervační prostředek biologického materiálu. Paraformaldehyd (PFA) je chemická látka, jedná se o polymer formaldehydu (k dezinfekci).
  - acetaldehyd = ethanal – k výrobě kyseliny octové, léčiv, voňavek
  - aceton (propanon, dimethylketon) – organické rozpouštědlo, výroba různých organických sloučenin
  - benzochinon – Ar, 2 kyslíky (1,4-benzochinon)- je důležitou součástí dýchacího řetězce a fotosyntézy
  - Vinylalkohol a acetaldehyd jsou izomery, které se liší polohou dvojně vazby a jednoho atomu vodíku. Tento typ strukturální izomerie se nazývá tautomerie.

### **Karboxylové kyseliny:**

Jsou látky o obecném vzorci R-COOH

- **Názvosloví:**
  - U karboxylových kyselin se používá buď **substituční** a nebo **triviální** názvosloví.

<b>triviální název</b>	<b>systematický název</b>	<b>vzorec</b>
mravenčí	methanová	HCOOH
octová	ethanová	CH <sub>3</sub> COOH
propionová	propanová	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> )COOH
máselná	butanová	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH
valerová	pentanová	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH
kapronová	hexanová	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH
palmitová	hexadekanová	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH
stearová	oktadekanová	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH

- **Fyzikální vlastnosti:**
  - Alifatické a monokarboxylové karboxylové kyseliny jsou kapalné
  - Nižší karboxylové kyseliny jsou těkavé, odpařují se, vyšším v tomto brání H můstky. Zbytek karboxylových kyselin jsou krystalické látky.
- **Chemické vlastnosti:**
  - Fungují jako slabé až středně silné kyseliny. Obecně platí, že čím kratší řetězec, tím silnější je kyselina, jelikož čím delší alkyl, tím víc poskytuje elektronovou hustotu do karboxylu a snižuje kyselost vodíku na OH. Mravenčí tedy bude silnější než máselná

- **Použití:**

- HCOOH **Kyselina mravenčí** je ostře zapáchající látka, v přírodě se vyskytuje v sekretu mravenců, ale i u včel, vos, kopřiv, v lidském potu i moči.
- CH<sub>3</sub>COOH **Kyselina octová** vzniká oxidací bakteriemi rodu Acetobacter až na ocet, což je 8% roztok octové. Ten se používá v potravinářství (kyselá chuť, konzervační účinky). Obvykle bývá ocet barven kulérem (roztok karamelu). Estery kyseliny octové mají také použití v potravinářství, jako aroma. Ethylacetát se dnes používá jako odlakovač na nehty.
- CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>COOH **Kyselina máselná** se vytváří při kvašení másla. „Smrdí přímo pekelně“. Je také přítomna v potu.

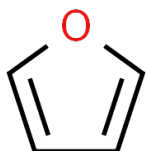
## **Heterocykly s kyslíkem**

Heterocykly-Jsou to cyklické deriváty uhlovodíků, které obsahují tzv. heteroatomy – S, O, N nejčastěji.

### **Furan**

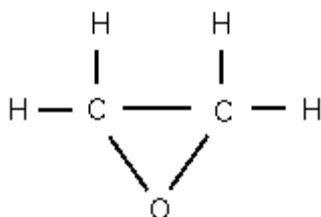
je bezbarvá, hořlavá a těkavá (t. v. 31,4 °C) kapalina, která je obsažena v dehtu z jedlového dřeva.

Patří mezi látky toxické a karcinogenní (rakovinotvorné).



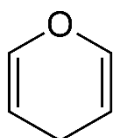
### **Ethylenoxid**

je organická sloučenina s trojčlennou heterocyklickou strukturou, která v cyklu obsahuje atom kyslíku se užívá ke sterilizaci potravin nebo lékařského vybavení. Používá se také jako součást paliva v raketách.



### **4H-pyran**

je šestičlenná nearomatická heterocyklická sloučenina skládající se z pěti atomů uhlíku a jednoho atomu kyslíku, která má v molekule dvě dvojně vazby. 2 izomery: 2H-pyran,4H-pyran. Na vzduchu nestabilní.



## **Role kyslíku ve fotosyntéze a dýchání**

-Během **fotosyntetické světelné fáze** dochází k fotolýze vody ("=rozklad vody na kyslík") a následně se tedy **uvolňuje O<sub>2</sub>**

## 12. Halogeny v anorganických a organických sloučeninách

### charakteristika

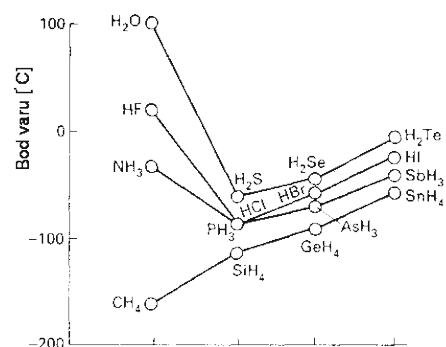
- fluor, chlor, brom, jod, astat
- VII.A skupina, p prvky
- elektronová konfigurace  $ns^2 np^5$  – 7 valenčních elektronů
- jednovazné, při excitaci vaznost až 7
- vysoká elektronegativita – ve skupině směrem dolů klesá
- tvoří dvouatomové molekuly ( $X_2$ ), molekulový krystal
- velmi reaktivní
- skupenství – fluor a chlor plyny, brom kapalný, jod pevný (může sublimovat)
- oxidační čísla
  - o fluor -1, 0
  - o ostatní -1 až 7
- rozpustné v nepolárních rozpouštědlech
- brom a jod ve vodě nerozpustné, fluor a chlor reagují
  - o  $F_2 + H_2O \rightarrow 2 HF + \frac{1}{2} O_2$
  - o  $Cl_2 + H_2O \rightarrow 2 HCl + \frac{1}{2} H_2O_2$  (HClO + HCl) kyselina chlorná a chlorovodíková

### výskyt

- výskyt pouze ve sloučeninách (kvůli vysoké reaktivitě)
- astat krátký poločas rozpadu (8,3 hodiny), v přírodě se nevyskytuje

### sloučeniny - anorganické

- halit (NaCl) – sůl kamenná
- sylvín (KCl)
- kazivec (CaF<sub>2</sub>)
- halogenovodíky
  - o plynné sloučeniny halogenu a vodíku
  - o přestože je HF nejtěžší, má nejvyšší bod varu (19,5°C)
  - o vodný roztok je halogenovodíková kyselina
  - o vznikají přímým slučováním H a X nebo reakcí silné kyseliny (např. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a halogenidu obecného kovu
- halogenovodíkové kyseliny
  - o molekula HX
  - o síla ve skupině roste směrem dolů
    - klesá elektronegativita a roste polarizovatelnou (velikost atomů)
  - o HF leptá sklo – reaguje s SiO<sub>2</sub>
    - $4 HF + Si O_2 \rightarrow Si F_4 + 2 H_2 O$
- interhalogeny
  - o XY<sub>n</sub>, n=1,3,5,7; X je těžší než Y
  - o velmi reaktivní
  - o ClF, ClF<sub>3</sub>, IF<sub>7</sub>, BrCl
- halogenidy
  - o halogen a prvek s nižší elektronegativitou
  - o iontové – prvek s velmi nízkou elektronegativitou, iontová vazba (NaCl, KBr, MgCl<sub>2</sub>)
  - o molekulové – nekovy a polokovy, atom s vysokým ox. číslem, kovalentní vazby (PCl<sub>5</sub>, UF<sub>6</sub>)





- polymerní – kovy ze středu, kovalentní vazba (CuCl<sub>2</sub>) do řetězců
- většinou rozpustné ve vodě (špatně CuX, AgX, TlX, HgX, PbX)
- fyziologický roztok (0,9% NaCl) – v lékařství, má podobné vlastnosti jako krevní plazma
- fotografie – halogenidy stříbra (AgBr, AgCl, AgI)
  - malé krystalky halogenidu
  - v osvětlených krystalcích dochází k redukci na neutrální stříbro (vzniká ho velmi málo)
  - film se pak dává do vývojky – v osvětlených místech se mnohonásobně zvyšuje množství stříbra (v neosvětlených částech se to neděje – vyredukované stříbro slouží jako katalyzátor)
  - pak se používá ustalovač – odstraňuje neosvětlené AgBr
- lehčí halogen může vytěsnit těžší z jeho halogenidu
- kyslíkaté kyseliny
  - nejsilnější s chlorem (roste I – Br – Cl), síla roste s rostoucím poměrem O:H
  - HClO (chlorná)
    - vzniká reakcí chloru s vodou
    - snadno se rozkládá na HCl a kyslíkový biradikál – dezinfekční a bělicí účinky
  - HClO<sub>4</sub> (chloristá)
    - velmi silná kyselina
    - koncentrovaná má silné oxidační účinky
  - soli
    - bělicí louh – směs NaCl a NaClO
    - chlorové vápno – směs Ca(ClO)<sub>2</sub> a CaCl<sub>2</sub>
    - disproportionace -  $KClO_3 \rightarrow KClO_4 + KCl$

#### důkaz X

- reakcí s AgNO<sub>3</sub>
- $AgNO_3 + X^{-} \rightarrow AgX + NO_3^{-}$
- vzniká sraženina (u fluoru ne – AgF je rozpustné ve vodě) AgCl – bílá, AgBr – nažloutlá, AgI - žlutá

#### sloučeniny - organické

- halogenderiváty (R-X)
  - triviální názvosloví
    - CHCl<sub>3</sub> – chloroform
    - $CH_2=CCl-CH=CH_2$  – chloropren
  - funkční názvosloví
    - uhlovodíkový zbytek a koncovka halogenid
    - CH<sub>3</sub>Cl – methylchlorid
  - systematické názvosloví
    - předpona halogen a uhlovodík
    - CHCl<sub>3</sub> – trichlormethan
  - příprava
    - radikálová substituce – homolytické rozštěpení X<sub>2</sub>
      - alkany, alkeny, aromatické s postranním řetězcem
    - elektrofilní substituce
      - katalyzátor AlX<sub>3</sub>, heterolyticky štěpí X<sub>2</sub>
      - $X_2 + AlX_3 \rightarrow X^{+} + [AlX_4]^{-}$
      - vzniká π a pak σ komplex, pak se odtrhává H<sup>+</sup>, ten regeneruje katalyzátor
      - další substituce probíhá do polohy ortho a para
    - adice

- mezi R a X polární vazba, X se snadno odštěpuje, může být nahrazen při nukleofilní substituci
- záporný indukční a kladný mezomerní efekt (pokud uhlík, na který je X navázaný má násobnou vazbu)
- **Markovnikovo pravidlo:**  
Při elektrofilní adici na dvojnou vazbu se elektrofilní částice (většinou H<sup>+</sup>), váže na ten uhlík, na kterém je více vodíků
- halogen může být nahrazen jinou skupinou (často se využívá)
- teflon – vyrábí se polymerací tetrafluorethylenu (CF<sub>2</sub>=CF<sub>2</sub>)
- chloropren - 2-chlorbuta-1,3-dien, polymerací se z něj vyrábí chloroprenový kaučuk (neopren)
- **Zajcevovo pravidlo:** Týká se dehydratací a dehydrohalogenací. Atom vodíku se odštěpuje z té skupiny, která má nejméně atomů vodíku, tím vzniká nejvíce substituovaný alkenový derivát (s nejvíce alkylskupinami na dvojně vazbě).
- 
- halogenkyseliny
  - substituční deriváty karboxylových kyselin
  - substituce v uhlíkovém řetězci – jsou to pořád kyseliny
  - síla
    - silnější než nesubstituované
    - čím je halogen blíže ke karboxylové skupině, tím silnější
    - F>Cl>Br>I
    - čím víc halogenů, tím silnější
  - názvosloví
    - předpona halogen a karboxylová kyselina
    - čísluje se (1, 2, 3 nebo α, β, γ)
    - např.: CCl<sub>2</sub>-COOH – kyselina trichloroctová
- halogenidy karboxylových kyselin
  - funkční deriváty karboxylových kyselin
  - nahrazuje OH
  - názvosloví
    - zbytek karboxylové kyseliny (acyl) a koncovka halogenid
      - kyselina methanová – formyl
      - kyselina ethanová – acetyl
      - kyselina benzoová – benzoyl
    - např.: CH<sub>3</sub>-COCl - acetylchlorid
  - reagují s alkoholy – jako esterifikace
    - vzniká ester a halogenovodík
    - $CH_3COCl + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + HCl$

## 13.

### Síra v anorganických a organických sloučeninách

- Patří mezi chalkogeny (společně s kyslíkem, selenem, tellurem a poloniem), prvky 16. skupiny
- Atom síry:
- $A = 32$
- $Z = 16$
- Elektronová konfigurace:  $3s^2 3p^4 \rightarrow 6$  valenčních  $e^- \rightarrow 2$  ne vazebné elektronové páry  $\rightarrow$  dvou vazný ; po excitaci až šestivazný
- Minimální ox.č. -II      Maximální ox.č. VI
- 3. perioda 6.A skupina  $\rightarrow$  *chalkogeny*
- nekov
- Tvoří 4 stabilní izotopy:  $^{32}_{16}\text{S}$ ,  $^{33}\text{S}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{36}\text{S}$  a řadí se mezi nekovové prvky
- Síra tvoří molekulové krystaly s molekulou  $\text{S}_8$
- Tvoří několik alotropických modifikací:
  - $\alpha$  Síra (kosočtverečná) – je nejstabilnější z modifikací síry, ostatní formy na  $\alpha$  síru postupně přecházejí. Jedná se o žlutou látku nerozpustnou ve vodě, ale dobře rozpustnou v sirouhlíku, etanolu a etheru.
  - $\beta$ -jednoklonná – připravuje se krystalizací kapalně síry za tepla ( $100^\circ\text{C}$ ) a prudkým ochlazením na přibližně  $20^\circ\text{C}$
  - $\gamma$ -jednoklonná – také označována jako perleťová síra, připravuje se pomalým chladnutím taveniny síry z přibližně  $150^\circ\text{C}$ , uspořádání je těsnější než u  $\beta$ -síry a pomalu přechází v  $\alpha$ -síru
  - Plastická síra – amorfní modifikace síry
  - Sirný květ – vzniká rychlým ochlazením sirných par
- V přírodě se vyskytuje v okolí sopek, nebo ve sloučeninách jako minerál např.: pyrit ( $\text{FeS}_2$ ), galenit ( $\text{PbS}$ ), sfalerit ( $\text{ZnS}$ ), cinabarit neboli rumělka ( $\text{HgS}$ ), chalkopyrit (směsný sulfid mědi a železa), sádrovec ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- Těžba:
- Síra se nejčastěji těží tzv. Frashovou metodou, ta je založena na roztavení síry v jejích podzemních ložiscích pomocí přehřáté vodní páry, která je do ložiska vháněna sondami. Síra zkapalní a poté se odtud vyhání stlačeným horkým vzduchem. Takto získaná síra je velmi čistá (99,6%), proto se většinou dále neupravuje
- Užití:
- Výroba  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CS}_2$ , zápalky, střelný prach, pesticidů
- vulkanizace kaučuků = zesíťování - \* S-můstky  $\rightarrow \uparrow$  pružnost - gumy

- **Sirouhlík CS<sub>2</sub>,**
- Vzniká přímým slučováním z prvků.
- (l), jedovatý, snadno zápalný, využívá se jako nepolární rozpouštědlo
- bezbarvá těkavá kapalina, toxický (neurotoxin), hořlavý, páry na vzduchu třaskavé, využívá se při výrobě celofánu a kaučuku
  
- **Sulfan H<sub>2</sub>S**
  - Jako plyn: bezbarvý plyn charakteristického zápachu (připodobňovaného ke zkaženým vejším)
  - Toxický, těžší než vzduch, snadno se zkapalňuje, dobře rozpustný ve vodě i ethanolu
  - Rozpuštěním vzniká kyselina sulfanová (stejný vzorec tedy H<sub>2</sub>S (aq.))
    - Dvojsytná kyselina – tvoří 2 řady solí, slabá
    - Soli – sulfidy, sulfidy prvků 1. a 2. skupiny jsou rozpustné ve vodě, sulfidy ostatních kovů jsou nerozpustné, čehož se využívá v analytické chemii
    - Dokazují se jím kationty II. třídy (tvoří se sulfonem sraženinu)
  
- **Oxid sírový a siřičitý**
- **Oxid sírový SO<sub>3</sub>**
  - Vzniká oxidací oxidu siřičitého.  $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$
  - Těžší než vzduch, rozpustný v H<sub>2</sub>O – i chemicky reaguje = anhydrid kyseliny sírové – bezvodá forma kyseliny sírové
    - $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  kyselinotvorný oxid
  - Oxid sírový tvoří trimer S<sub>3</sub>O<sub>9</sub>, v kapalné a plynné fázi v rovnováze s monomerem, v pevném skupenství pouze trimerní nebo polymerní.
  - Jsou anhydridy příslušných kyselin (reakcí s vodou poskytují ony kyseliny)
  - oxid sírový je žíravý a při uvolnění do vyšších pater atmosféry způsobuje kyselé deště
- **Oxid siřičitý SO<sub>2</sub>**
  - Vzniká přímým slučováním.  $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$
  - Těžší než vzduch, dráždí dýchací cesty, rozpustný v H<sub>2</sub>O – i chemicky reaguje = anhydrid kyseliny siřičité
    - $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow$  kyselinotvorný oxid
  - Oxid siřičitý je toxický i pro rostliny (reaguje s chlorofylem)
  -
  
-

- **Kyselina siřičitá a sírová**

- **Siřičitá**  $\text{H}_2\text{SO}_3$

- Středně silná až slabá, známá pouze v roztocích, vzniká rozpouštěním oxidu siřičitého ve vodě
- Tvoří dvě řady solí, má redukční vlastnosti
  - **Siřičitany** – silné redukční účinky, bělení papíru, vlny, desinfekce
  - **Hydrogensiřičitany**
- 

- **Sírová**  $\text{H}_2\text{SO}_4$

- Je hygroskopická – pohlcuje (vzdušnou) vlhkost (používá se též jako sušidlo), silná, dvojsytná (dvě řady solí: sírany, hydrogensírany jsou vzácné)
- Koncentrovaná má silné oxidační vlastnosti, zředěná reaguje s obecnými kovy (kromě Fe, které pasivuje) za vzniku plynného vodíku a síranu příslušného kovu
- Kontaktní způsob výroby  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :
- Oxidace síry na oxid siřičitý → oxidace  $\text{SO}_2$  na  $\text{SO}_3$  pomocí  $\text{V}_2\text{O}_5$  → rozpouštění  $\text{SO}_3$  v  $\text{H}_2\text{SO}_4$  vypařuje se oleum ( které je bohaté především na kyselinu disírovou .  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ )
- Oleum – roztok  $\text{SO}_3$  v konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , nejhojněji je v něm zastoupena kyselina disková, ale nejen ta. Ředěním olea se získává kys. sírová požadované koncentrace
- **SÍRANY-** soli od  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 
  - ➔ Rozpustné ve vodě ( kromě  $\text{BaSO}_4, \text{PbSO}_4$ ), podvojně sírany: kamenec(použití při hojení ran, k přípravě fotografických chemikálií
- **SIŘIČITANY-**soli oxidu siřičitého,
  - ➔ Např  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ -siřičitan sodný
  - ➔ Redukční účinky,bělení papíru,vlny, desinfekce

- **Další kyseliny obsahující síru**

- Kyselina disírová -  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  tuhá krystalická látka
- Kyselina thiosírová –  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , součást ustalovačů
- Kyselina dithionová  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$  - kyslíkatá kyselina síry, pouze v roztoku.
- Kyselina tetrathionová -> protijed při otravě kyanidem

- Kyselina peroxosírová  $\text{H}_2\text{SO}_5$  ->oxidační činidlo, desinfekce, likvidace kyanidů

- **Organické sloučeniny obsahující síru:**

- **Thioly** (také thioalkoholy, merkaptany) – obsahují funkční skupinu  $-\text{SH}$ , příkladem může být CoA, oxidací thiolu vznikají disulfidy nebo sulfonové kyseliny
- **Sulfidy**-kapalné látky,zapáchající,jsou v silici cibule.
- **Thioethery** – obecný vzorec  $\text{R-S-R}'$  příkladem je aminokyselina methionin
- **Sulfoxidy**- skupina  $-\text{SO}-$  vázaná na uhlovodíkové zbytky, připravují se ze sulfidu oxidací (např dimethylsulfid->dimethylsulfoxid)
- **Sulfony**- skupina  $-\text{SO}_2-$  vázaná na uhl.zbytky

- **Sulfonové kyseliny  $\text{R-SO}_3\text{H}$ .**

- ➔ Připravují se reakcí arenů s koncentrovanou kyselinou sírovou=sulfonace

- ➔ Jsou silnější než karboxylové kyseliny

- ➔ Sulfonové kyseliny s alkalickými kovy reagují za vzniku solí (napr methansulfan sodný  $\text{CH}_3\text{-SO}_3\text{Na}+\text{H}_2\text{O}$ )

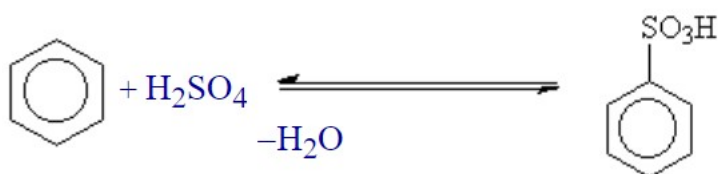
- ➔ Používají se při výrobě barviv a povrchově aktivních látek-tenzidů -> detergenty hydrofobní část přilne k částice špíny a hydrofilní část jí vtahuje do vodného prostředí (prýč z látky)

- ➔ používají se jako čisticí prostředky(detergenty)

- Cystein (aminokyselina) – obsahuje thiolovou skupinu, dvě molekuly cysteinu se spojují disulfidickými můstky a tvoří cystin

- ➔ Podílí se významně na struktuře bílkovin (tvoří disulfidové můstky), udržení přiměřeného oxidačně-redukčního prostředí v buňce a účastní se mnoha metabolických drah, a to především v syntéze glutathionu, taurinu a metabolismu methioninu

### Sulfonace benzenu



Oxid sírový se napojuje na aromatický systém benzenu přes tzv.  $\pi$  komplex, zjednodušeně a názorněji (i když poněkud nepřesně) se dá říci, že na jednu z dvojných vazeb (konjugovaného 6 -ti elektronového systému) se napojuje elektrofilní činidlo

Aromatické jádro přestalo existovat, na sousedním uhlíku od napadeného je kladný náboj (má pouze 3 vazby - 2 s uhlíky a jednu s vodíkem)- vznikl tzv.  $\sigma$  komplex, je velká snaha obnovit stabilní aromatické jádro:

Při obnování stabilního aromatického jádra se odpojuje vodíkový kation a ten se poté navazuje za pomoci další molekuly oxidu sírového napojuje na elektronový pár u kyslíku se záporným nábojem.

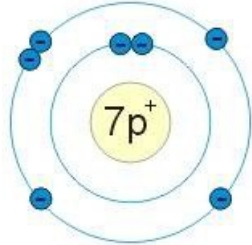
Vznikla kyselina benzensulfonová. Uvolněná druhá molekula oxidu sírového rozbíhá další kolo reakce

## MO14

### Dusík

- Stavba

- 



- 

- 

- Vlastnosti:

- Značka N

- Prvek 2. periody a IV A Skupiny

- $Z=7$

- $A=14$

- Elektronová konfigurace: He  $2s^2 2p^3$

- má 5 valenčních elektronů, ale nemá možnost excitace

- Minimální oxidační číslo je  $-III$  např. v amoniaku  $NH_3$ , maximální  $V$  (může odevzdat všech 5 elektronů  $\rightarrow$  např. ve  $NO_3^-$  (v ledkách - dusičnan draselný))

- Je maximálně 4-vazný (může vázat max 4 vazebné partnery, má jen s a p orbitaly) - např. v iontu  $NH_4^+$

- Dusík tvoří dvouatomové molekuly  $N \equiv N$ , mezi atomy dusíku je trojná vazba

- Bezbarvý, bez zápachu a bez chuti, netoxický, nehořlavý

- **Za laboratorní teploty se pouze slučuje s lithiem a plutoniem**

- Makrobiogenní prvek – prvek nezbytný pro život,

- Stabilní

- má vysokou vazebnou energii, využívá se jako inertní plyn (málo reaktivní), chladiwa

- vysoká elektronegativita: 3,1  $\rightarrow$  může tvořit vodíkové můstky

- 

- Výskyt:

- Vyskytuje se v plynném skupenství, v kapalném se používá ke chlazení (rychle se odpařuje, teplota varu  $-196^\circ C$ )

- Je hlavní složkou vzduchu (cca 78%), pro průmyslové účely se vyrábí frakční destilací zkapalněného vzduchu



- Přeppravuje se v ocelových lahví se zeleným pruhem
- Příprava
  - Tepelným rozkladem dusitanu amonného ( $\text{NH}_4\text{NO}_2$ )
- Výroba
  - Frakční destilací kapalného vzduchu
- Významné anorganické sloučeniny:
  - Nitridy
    - dvouprvkové sloučeniny dusíku s elektropozitivnějšími prvky (většina kovů).
    - Ve své struktuře obsahují nitridový anion  $\text{N}^{3-}$
    - můžeme považovat za soli, které vznikly náhradou všech atomů vodíku v molekule amoniaku  $\text{NH}_3$ .
    - např:  $\text{Na}_3\text{N}$ -nitrid sodný,
  - Amoniak (azan) –  $\text{NH}_3$  – štiplavý bezbarvý plyn
    - Molekuly  $\text{NH}_3$  jsou polární, s volným elektronovým párem na atomu dusíku, tvar trojboké pyramidy
    - Amfolyt má kyselé i zásadité vlastnosti, zásaditě vznikají amonné soli (chlorid amonný...), kyselce amidy ( $\text{NH}_3$  odštěpí jeden vodík a přijme na jeho místo obecný kov (např  $\text{KNH}_2$ -amid draselný)
    - Haber-Boschova syntéza – základem je přímé slučování  $\text{H}_2$  a  $\text{N}_2$ , což je exotermická reakce probíhající na kovovém katalyzátoru a za vysoké teploty a tlaku.
    - Při výrobě se využívá LeChatellierova principu pro posunutí rovnováhy na stranu produktu ( $\text{NH}_3$ ), katalyzátor potřebuje k funkčnosti teplotu okolo  $400^\circ\text{C}$ , za této teploty je ale rovnováha posunuta na stranu reaktantů, proto se ke zvýšení efektivity zvyšuje tlak.
    - Použití amoniaku-hnojiva, výroba kyseliny dusičné a dusičnanu amonného, chadící látka, výroba sody
  - Kyanovodík a kyanidy
    - Obsahují trojnou vazbu  $\text{CN}$ , rozpustné kyanidy jsou toxické (nejznámější je  $\text{KCN}$  – kyanid draselný alias cyankáli)
    - Kyanovodík  $\text{HCN}$  je rovněž toxický a navíc těkavý
  - Oxidy dusíku
    - V oxidech má dusík ox. Číslo I až V

- Složkou průmyslových emisí a výfukových plynů, jsou jedovaté, podílejí se na vzniku kyselých dešťů, zvýšená koncentrace narušuje životní prostředí
- **N<sub>2</sub>O** – oxid dusný alias rajský plyn, používá se v lékařství a potravinářství (hnací plyn ve šlehačce)
- **NO** – oxid dusnatý, silné oxidační činidlo; Bezbarvý, jedovatý (ve vlhkém prostředí i zaleptává), vyrábí se reakcí amoniak + kyslík; Uvolňuje hladkou svalovinu při křečích nebo astmatu, airbagy
- **NO<sub>2</sub>** – oxid dusičitý – ,rezatá barva,snadno tvoří dimer, používá se jako okysličovadlo v raketových motorech, patří k plynům, které způsobují kyselou dešť

#### ○ **Kyselina dusitá HNO<sub>2</sub> a dusitany**

- Kyselina je nestálá, středně silná kyselina stabilní jen ve vodných roztocích
- Samovolně se rozpadá na oxid dusičitý, oxid dusnatý a vodu
- Koncentrované a zahřáté roztoky se rozpadají na kyselinu dusičnou, oxid dusnatý a vodu
- Tvoří jednu řadu solí – **dusitany**
- **Dusitan sodný** NaNO<sub>2</sub> se používal jako konzervant, ale kvůli toxicitě a podezření na rakovinnost se od tohoto použití upouští
- Udržuje červené zbarvení masa
- Dusitany se používají v organické chemii k přípravě diazoniových solí

#### ○ **Kyselina dusičná HNO<sub>3</sub> a dusičnany**

- Silná jednosytná kyselina (tvoří jednu řadu solí – dusičnany), má silné oxidační účinky, je vysoce reaktivní kvůli delokalizovaným π elektronům
- Má silné nitrační schopnosti
- Častěji reaguje jako oxidační činidlo, než jako kyselina (dusík se redukuje, uvolňuje se jeden z oxidů dusíku a vodík se neodštěpuje)
- **Dusičnany**, také zvané **ledky**, jsou soli kyseliny dusičné, mají silné oxidační vlastnosti, proto nacházejí také uplatnění v pyrotechnice
- Používají se též jako hnojiva (např NaNO<sub>3</sub>-chilský ledek,KNO<sub>3</sub>-drasekný ledek)
- **Lučavka královská** – směs koncentrované dusičné a chlorovodíkové, používá se k rozpouštění odolných kovů, jako je zlato nebo platina
- C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>N<sub>3</sub>O<sub>9</sub>- nitroglycerin

### ● **Organické sloučeniny**

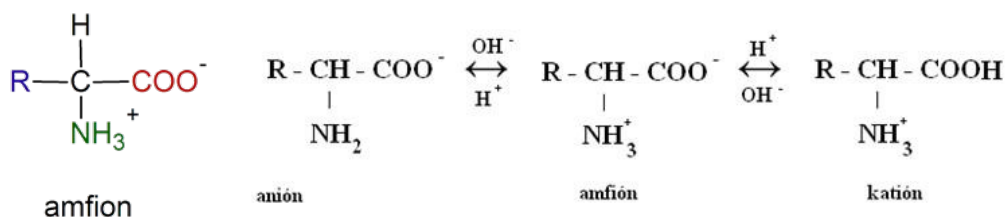
- Nitroderiváty
  - Obecně R-NO<sub>2</sub>
  - Jedná se o výbušné, ale bezpečné látky
  - Např.: TNT (trinitrotoluen), nitrobenzen (používá se k výrobě azobarviv = organická barviva)
  - Vyrábí se nitrací arenů nitrační směsí
  - U TNT nitrace do 3. Stupně probíhá ve 20 % oleu a při cca 80°C
  - Typickou reakcí je redukce, lze zredukovat až na amin, a sice kovem a kyselinou nebo katalytickou cestou vodíkem.
- Aminy
  - Formálně odvozené od amoniaku, obecně R-NH<sub>2</sub> (primární), R<sub>1</sub>-NH-R<sub>2</sub> (sekundární) a obdobně terciární
  - Chovají se jako báze nebo jako nukleofilní činidla (volný elektronový pár na dusíku)
  - Diazotace:
    - Reakce primárního aromatického aminu s dusitanem v nadbytku silné minerální kyseliny za vzniku diazoniové soli
    - C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> + NaNO<sub>2</sub> + 2HCl → [C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>N≡N]<sup>(+)</sup>Cl<sup>(-)</sup> + NaCl + 2H<sub>2</sub>O
- Amidy
  - Obecně RO-NH<sub>2</sub>
  - Názvosloví: základ názvu kyseliny + di, tri + amid (např acetamid, formamid)
  - Diamid kyseliny uhličitě - močovina
- Aminokyseliny

### AMINOKYSELINY:

$$\text{R}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$$

Obecný vzorec: karboxylové kyseliny s NH<sub>2</sub> v řetězci  
 Nejdůležitější α aminokyseliny (aminoskupina na uhlíku nejbliže k COOH)  
 → zákl. stav. Jednotka bílkovin!!!

- Amfolytní charakter → obsahují COOH (kyselou) i NH<sub>2</sub> (zásaditou) skupinu → elektrolyt  
 → dochází k *intramolekulární reakci* = neutralizace COOH + NH<sub>2</sub> → \* **amfion** = *struktura vnitřní soli* – navenek neutrální



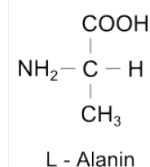
**Izoelektrický bod: = pI**

= takové pH, při kterém má aminokyselina strukturu vnitřní soli → je při pl nejméně rozpustná

- Specifické pro každou aminokyselinu

Esenciální aminokyseliny: = aminokyseliny, které si člověk neumí sám vyrobit → musí je přijmout v potravě – jsou nepostradatelné

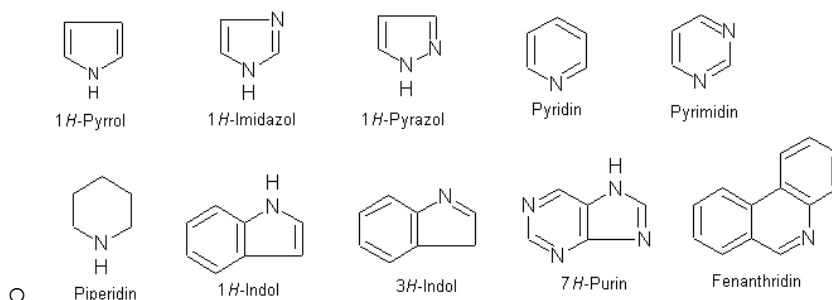
L - aminokyseliny: - opticky aktivní látky → stáčí rovinu polarizovaného světla



Druhy aminokyselin:

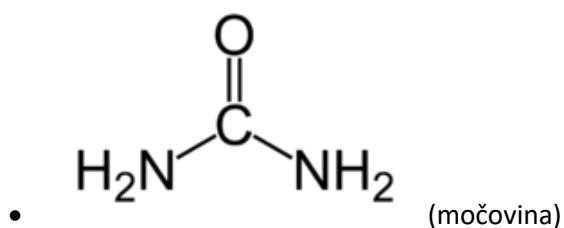
- NEPOLÁRNÍ: Alanin, Val, Leu, Ile, Met, Trp, Fenylalanin, Pro
- POLÁRNÍ: Glycin, Serin, Thr, Tyrosin, Asparagin, Gln, Cystein, Sec
- KYSELÉ: Kyselina asparagová, kyselina Glutamová
- Zásadité: Lys, Arg, His

- Heterocykly s dusíkem= v cyklickém řetězci je krom C obsažen i jiný prvek (N)



- Na pyrimidinové a purinové bázi jsou báze v nukleových kyselinách (adenin, guanin, thymin, uracil a cytosin)
- Tetrapyrrolové jádro je základ např. pro hem a hemin

- Detoxikace NH<sub>3</sub> v organismu:
- NH<sub>3</sub> je pro tělo jedovatý (toxický) → proto se ho snaží zbavit a vylučuje ho v podobě **močoviny** (z jater putuje krví do ledvin a pak ven z těla) → **ornithinův cyklus**

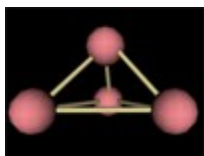


## 15.

### Fosfor v organických a anorganických sloučeninách

#### Atom fosforu

- Latinsky phosphorus
- Značí se: P
- V tabulce: je to prvek 3. Periody a V.A skupiny
- Z= 15; z toho vyplývá, že má 15 protonů a 15 elektronů
- A = 31; z toho můžeme určit, že má 16 neutronů
- A<sub>r</sub>= 30,97
- Izotopy: fosfor 32 – radioaktivní nebo fosfor 31 - stabilní
- Valenčních elektronů: 5
- Elektronová konfigurace: 3s<sup>2</sup> 3p<sup>3</sup>
- Max. ox. Číslo: V (fosforečný kation)
- Min. ox. Číslo: -III (fosfidový anion)
- Elektronegativita: 2,19
- Maximální vaznost je 3 nebo 5 (možnost excitace)
- Stavba a molekula fosforu



○

#### ○ Vlastnosti látky:

- Fosfor je nekovový prvek, vyskytující se v přírodě pouze ve formě sloučenin. Elementární fosfor se vyskytuje ve třech alotropních modifikacích – bílý, červený a černý fosfor.

#### ○ Allotropické modifikace:

- Bílý fosfor: P<sub>4</sub> nestabilní reaktivní, jedovatý; na vzduchu samozápalný – uchovává se ve vodě, jelikož v ní není rozpustný (důvodem jsou H-můstky); žlutavé zbarvení a voskový vzhled; využití jako náplň v dýmových granátech
- Červený fosfor (na sirkách):
  - vzniká z bílého fosforu zahříváním bez přístupu vzduchu na teplotu okolo 260°C. Skládá se z vysokomolekulárních řetězců a sítí. Červený fosfor byl poprvé připraven v roce 1857 (*Dr. Schrötter*). Krystaluje v trigonální soustavě, nebo bývá amorfní. Je nejedovatý
  - Červený fosfor je podstatně méně reaktivní než fosfor bílý
- Černý fosfor (kovový krystal):
  - se připravuje zahříváním bílého fosforu za velmi vysokých tlaků nebo za přítomnosti rtuti jako katalyzátoru. Fyzikálními vlastnostmi se černý fosfor podobá kovům a je ze všech modifikací fosforu nejméně reaktivní. Krystaluje v kosočtverečné soustavě.
  - Vede elektrický proud, je nejstálejší, slouží k výrobě polovodičů typu N

- Dále se fosfor vyskytuje v kolových nápojích, tavených sýrech nebo uzeninách
  - Lidé ho mají nadbytek

- **Důležité minerály:**

- **Apatit:**

- $(Ca_3X(PO_4)_2)$ ; X -> halogen
    - Řadí se mezi nekovy. V současnosti se pod názvem apatit rozumí celá skupina minerálů podobného chemického typu a tudíž „apatit“ není *platným* minerálem.

- **Biogenní prvek:**

- Vyskytuje se v kostech a v zubech, je nedílnou součástí DNA a v buňkách jeho funkce je nezastupitelná)

- **Oxid fosforečný**

- $P_2O_5$
    - vyskytuje se jako dimer  $P_4O_{10}$
    - vzniká hořením fosforu na vzduchu
    - využívá se jako sušidlo, jelikož má hygroskopické účinky
    - je to kyselinotvorný oxid
    - chemiluminiscence -> zeleně světélkuje při chemické reakci
    - $P_4O_{10} + 6 H_2O \rightarrow 4 H_3PO_4$

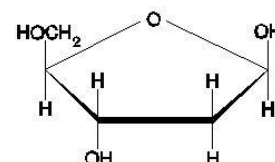
- **Kyselina fosforečná (trihydrogenfosforečná)**

- $H_3PO_4$
    - Středně silná trojsytná kyselina, stálá, nemá oxidační účinky
    - Bezbarvá krystalická sloučenina
    - Rozpustná ve vodě
    - Výroba: spalováním bílého fosforu nebo rozkladem fosfátu kyselinou sírovou
    - Tvoří tři řady solí:
      - Dihydrogenfosforečnany ( $H_2PO_4^-$ ) .....(rozpustné v  $H_2O$ )
      - Hydrogenfosforečnany ( $HPO_4^{2-}$ )
      - Fosforečnany ( $PO_4^{3-}$ ) nerozpustné
    - Využití:
      - Pasivace kov (na povrchu vzniká vrstvička nerozpustných fosforečnanů)
      - Hnojivo -> superfosfát  $Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2 Ca(SO_4)$
      - (proměna nerozpustných fosforečnanů na rozpustné dihydrogenfosforečnany díky silným kyselinám)

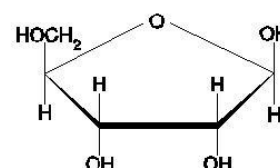
### **Významné organické sloučeniny s fosforem (organický fosfor)**

- **Nukleové kyseliny**

- Označujeme je jako polynukleotidy
  - Makromolekulární látka uchovávající genetickou informaci
  - **Typy nukleových kyselin:**
    - **DEOXYRIBONUKLEOVÁ KYSELINA (DNA)**  
Uchovává dědičné znaky v jádře buňky
    - **RIBONUKLEOVÁ KYSELINA (RNA)**  
Zajišťuje přenos dědičných znaků do struktury bílkovin (proteosyntéza -> proces ve kterém se tvoří bílkoviny)

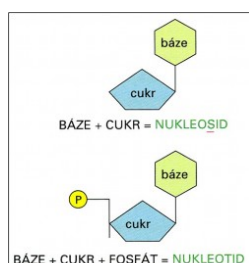


**Deoxyribose**



**Ribose**

- **Struktura nukleových kyselin**



- - **Báze: A, G, C, U, T**
  - **A a G – purinové báze**
  - **T, C, U – pyrimidinové báze**
- **Primární struktura:**
    - Určena pořadím jednotlivých nukleotidů (bází) spojených fosfo-di-esterovou vazbou → zakódování informace (kóduje primár. Strukturu bílkovin)
  - **Sekundární struktura:**
    - Dána prostorovým uspořádáním polynukleotidového řetězce ( díky H-můstkům)
    - DNA- dvě *antiparalelní* vlákna – dvoušroubovice
      - A DNA – 11 párů bází na závit
      - B DNA – 10 párů bází na závit
      - Z DNA – levotočivá, pravidelné střídání A a T
      - Cirkulární (kruhové DNA) – u semiautonomních organel
    - RNA – jedno vlákno (ke komplementaritě dochází mezi jednotlivými bázemi téhož řetězce (smyčky)
      - mRNA – předpis pro výrobu bílkoviny
      - rRNA – podílí se na tvorbě ribozomu
      - tRNA
    - Komplementarita bází:
      - Jednotlivé báze se spojují díky vodíkovým můstkům
      - A + T/U ( U je u RNA)
      - C+G
  - **Terciární struktura:**
    - Je určena prostorovým uspořádáním šroubovice.
  - **Kvartérní struktura:**
    - Nukleové kyseliny + bílkoviny
    - DNA – chromozom, histon
    - RNA - ribozom
  - Princip komplementarity bází
  - **Role nukleových kyselin**
    - Udávají genetickou informaci
  - **Kasein**
    - Mléčná bílkovina → bílá barva
    - Fosfoprotein = složený protein, má v molekule esterově vázanou kyselinu trihydrogenfosforečnou
    - Působením kyselin nebo siřidel se z globulární bílkoviny mění na vláknitý parakasein → (↓)

- **Fosfolipidy**
  - = složené lipidy, obsahují estericky vázanou kyselinu fosforečnou
  - Tvoří buněčné membrány → mají amfifiní molekuly (obrácené k sobě hydrofobními částmi tak, že polární konce jsou směřovány napovrch, směrem k vodnímu okolí)
  - Autoagregace = sami se seřadí do dvojvrstvy (lamely)
- **ATP**
  - = adenosin-tri-fosfát – nukleová kyselina
  - Typy vazeb:
    - Glykosidová - Vazba mezi ribózou a adeninem
    - Esterová - Mezi fosforem a ribózou
    - Anhydridová – Makroergní - Vazby mezi fosfáty; mají hodně energie – značíme ~
- **cAMP**
  - cyklický adenosin monofosfát (derivát ATP)
  - Funguje jako druhý posel v eukaryotických buňkách

### **REPLIKACE DNA**

- Proces tvorby kopií DNA čímž se gen. informace přenáší z jedné mlk DNA (matrice) do jiné mlk stejného typu (replika)
- Semikonzervativní

### **DNA POLYMERÁZA**

- Enzym účastnící se replikace DNA
- Ve směru 5' konec -> 3' konec

### **PRIMER**

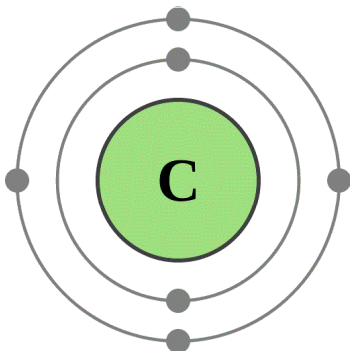
- Řetězec nukleové kyseliny DNA/RNA dlouhý několik bazí respektive aminokyselin, slouží jako počáteční místo DNA/RNA

### **LIGÁZA**

- Syntetáza
- Spojování **Okazakiho fragmentů** (úseky nově replikované DNA, tvoří se na opožděném vlákně)



## Začni křemíkem

Atom uhlíku• Stavba:

•

• Vlastnosti uhlíku:

- Latinsky carbonium
- Značí se C
- 2. perioda IV.A skupiny v periodické soustavě
- $Z = 6$  (protonové číslo)
- $A = 12$  (nukleonové číslo)
- 4 valenční elektrony (může se excitovat do volného p-orbitálu) → 2 a 4 vazný
- el. konfigurace =  $2 s^2 2p^2$
- Max.ox.č.: IV
- Min.ox.č.: -IV
- $\Delta X = 2,5$  (střední – nemůže tvořit H-můstky), vytváří kovalentní vazby
- Jednoduché i násobné vazby
- Makrobiogenní prvek
- Schopný řetězit se
- IV.A skupina – nekov

• Alotropické modifikace○ Přírodní:▪ Grafit:

- (tuha), černošedé zbarvení, kovový lesk, měkký, má delokalizované elektrony (C-trojvazný) → vede el. proud (v jednotlivých vrstvách uspořádáno do 6-ti úhelníků vrstvy pohromadě drží jen slabé van der Waalovy síly → proto se s ním dá psát) *vrstevnatý krystal*
- Používá se jako tuha do tužky, elektrody, uplatňuje se jako moderátor v jaderných reaktorech a jako průmyslové mazivo
- Vyrábí se reakcí koksů s křemenným pískem za vysokých teplot

▪ Diamant:

- největší tvrdost, nevede el.proud (atom C vázán se 4 sousedy),
- struktura atomového krystalu (krychle)->molekuly jsou k sobě vázány kovalentními vazbami
- užívá se ve šperkařství a k broušení

- **Fuleren:** odolné, materiál budoucnosti C<sub>60</sub>, molekula tvar fotbalového míče (12 pětiuhelníků, 20 šestiuhelníků)
- **Grafen:** podobné grafitu ale jen 1 vrstva, výroba tranzistoru
- **Technické formy uhlíku:**
  - **Saze:** při nedokonalém spalování uhlovodíků (nedostatek O<sub>2</sub>), výroba pneumatik a plastů, potravinářské barvivo
  - **Koks:** vyrábí se karbonizací = spalování uhlí bez přístupu kyslíku, redukční činidlo při výrobě železa
  - **Aktivní uhlí:** výroba karbonizací dřeva nebo zvířecích kostí bez přístupu kyslíku
    - pórovitá forma uhlíku s velkým povrchem,
    - Adsorpční funkce
    - Použití : filtry v maskách, živočišné uhlí- zdravotnictví
- **Výskyt:**
  - Kalcit/aragonit (CaCO<sub>3</sub> – polymorfismus = alotrop. Mod. u sloučenin), MgCO<sub>3</sub> (Magnezit), FeCO<sub>3</sub> (siderit)
- **Sloučeniny:**
  - 1) **Karbidy:**

= sloučeniny uhlíku s elektropozitivnějšími prvky  
- jsou tvrdé pevné, vysoká teplota tání

    - Karbid vápenatý (CaC<sub>2</sub>)- iontový karbid, rozpustný ve vodě, s vodou tvoří acetylen, uhlík má oxidační číslo -I
    - Karbid křemičitý (SiC)-karborundum  
- atomový karbid, nerozpustný ve vodě, oxidační číslo -IV, brusné materiály
  - 2) **Sirouhlík CS<sub>2</sub>:**
    - Vzniká z prvku zahřátím
    - Jedovatá snadno zápalná kapalina, využívá se jako nepolární rozpouštědlo
  - 3) **Kyanovodík – HCN:**
    - Bezbarvá kapalina rozpustná ve vodě
    - Prudce jedovatý -> způsobuje ochrnutí dýchacího centra
    - = kyselina kyanovodíková (slabá kyselina) → CN<sup>-</sup> kyanidový aniont může být ligandem (iont, který poskytuje 1 nebo více el. párů centrálnímu atomu) v komplexních sloučeninách
    - **Kyanidy:**
      - = soli kyseliny kyanovodíkové
      - Prudce jedovaté
      - Příklad: KCN – kyanid draselný = *cyankáli*
      - Používají se při získávání zlata a stříbra
  - 4) **Oxidy:**

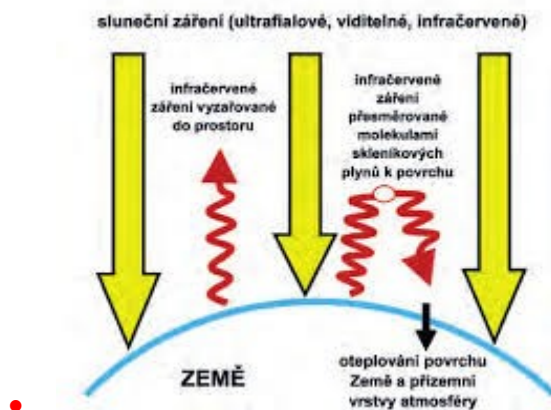
**Oxid uhelnatý (CO)**

    - Bezbarvý plyn bez chuti a zápachu
    - Ve vodě málo rozpustný
    - Vzniká při nedokonalém spalování (nedostatek O<sub>2</sub>)  
2C + O<sub>2</sub> -> CO endotermní reakce
    - Silné redukční činidlo

- Nestabilní, netečný
- Težší než vzduch
- Součástí výfukových plynů
- Váže se pevnou vazbou na hemoglobin v krvi za vzniku karboxyhemoglobinu-  
>blokuje přenášení kyslíku krví z plic do tkání

### OXID UHLIČITÝ (CO<sub>2</sub>)

- Bezbarvý lehce zkapalnitelný plyn bez chuti a zápachu
- Rozpustný ve vodě-> vzniká slabá kyselina uhličitá H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- Není jedovatý
- Slabé oxidační činidlo
- Těžší než vzduch
- Vzniká při dokonalém spalování(dostatek O<sub>2</sub>)  
C+O<sub>2</sub>->CO<sub>2</sub> exotermní reakce
- Uvolňuje se při dýchání
- Je to výchozí látka pro fotosyntézu
- Přepravuje se v ocelových lahvách s černým pruhem
- Odděluje se ze vzduchu vymrazováním
- Jeho pevné skupenství= suchý led
- Připravuje se termickým rozkladem uhličitanu vápenatého CaCO<sub>3</sub>
- Výroba nápojů, sody, používá se v hasicích přístrojích
- Podílí se na vzniku skleníkového efektu( ohřívání povrchu planety) jakožto skleníkový plyn(zářivě aktivní plyn,září ve všech směrech)



### Kyselina uhličitá:

- Slabá dvojsytná kyselina, nestabilní (rozkládá se na CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O)
- Existuje ve vodném prostředí
- Připravuje se zaváděním CO<sub>2</sub> do vody
- Tvoří 2 řady solí:
- Uhličitany (CO<sub>3</sub>)<sup>2-</sup>:
  - minerály kalcit, magnezit, dolomit
  - nerozpustné ve vodě, kromě uhličitánů alkalických kovů
  - vznikly odštěpením 2 atomů vodíku

-používají se v pracích prostředcích a při výrobě skla  
 -uhličitan sodný(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)=soda-kaleidovaná vysušná soda->odmašťuje  
 -uhličitan draselný(K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)=potaš  
 -uhličitan vápenatý(CaCO<sub>3</sub>)=vápenec- k výrobě páleného vápna ->  
 přidává se do malty, nerozpustný vápenec CaCO<sub>3</sub> spolu s vodou  
 obohacenou o CO<sub>2</sub> se mění na rozpustný hydrogenuhličitan vápenatý.  
 Spolu s vodou pak stéká do jeskyní, kde se při zpětné reakci přemění  
 opět na nerozpustný uhličitan a dochází ke vzniku **KRÁPNÍKŮ=krasové**

### jevy



- Hydrogenuhličitaný: (HCO<sub>3</sub>)<sup>-</sup>
  - Ve vodě rozpustné
  - Hydrogenuhličitan sodný(NaHCO<sub>3</sub>) = jedlá soda
  - Použití: v kypřících prášcích, zdravotnictví->“neutralizace“ při překyselení žaludku, k výrobě sodných solí, skla a mýdla

SOLVAYŮV ZPŮSOB VÝROB SODY- přeměna chloridu sodného(NaCl) na uhličitan sodný za použití amoniaku

## Organický Uhlík

### **Organický uhlík:**

Biogenní prvek (všechny organické sloučeniny), schopnost řetězit se!!

Excitovaný uhlík → **4 vaznost !!**

Málo reaktivní-reaguje až za vyšších teplot

### Uhlovodíky:

- acyklické (nerozvětvené, rozvětvené)
- cyklické (- | -)
- Aromatické (obsahují benzenové jádro) = ARENY
- Nasycené (jen jednoduché vazby) = ALKANY
- Nenasycené (násobné vazby) → ALKENY (=), ALKADIENY(2x=), ALKYNY (≡)

### Názvosloví:

#### Homologická řada:

Obecný vzorec C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>

Methan CH<sub>4</sub>, ethan C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, propan C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, butanC<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, pentanC<sub>5</sub>H<sub>12</sub>, hexan, heptan, oktan, nonan, dekan, undekan, dodekan

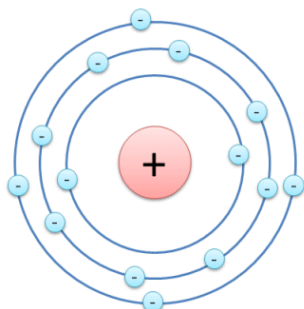
- 1) Rozvětvené (pomocí uhlovodíkových zbytků -YL)
- 2) Triviální

#### Názvosloví derivátů:

Deriváty=organické sloučeniny s uhlíkem, vodíkem a dalším prvkem

- 1) Funkční = R (uhlovod. Zbytek) + skupinový název
- 2) Systematické (předpona -) uhlovodík (- koncovka)  
 Najde se přímý řetězec s nejvíce uhlíky-> očíslováme atomy tak, aby místo připojení postranních řetězců mělo co nejmenší hodnotu-> podle vazeb tedy určíme název->zjistíme na jakém uhlíku se větví řetězec, dále zjistíme názvy uhlovodíkových zbytků, připojíme správnou koncovku a abecedně seřadíme
- 3) Triviální

## Atom křemíku:



- 
- Vlastnosti
  - Značka Si (silicium)
  - Leží ve 3. periodě IV.A skupiny
  - $Z = 14$
  - $A = 28$
  - Je větší než atom C, má menší schopnost řetězit se, tvoří pouze jednoduché vazby
  - Nízká elektronegativita  $\rightarrow 1,7$   $\rightarrow$  tvoří kovalentní vazby (netvoří vodíkové můstky)
  - el. konfigurace =  $3s^2 3p^2 \rightarrow 4$  valenční el.
  - OX.čísla -IV až IV
  - Je to polokov a má vlastnost polovodiče, což znamená, že jeho elektrická vodivost roste s teplotou
  - Je to 2. nejrozšířenější prvek v zemské kůře
  - Tmavošedá, kovově lesklá tvrdá, křehká krystalická látka
  - Vyrábí se redukcí oxidu křemičitého koksem v elektrické peci
  - Používá se na výrobu polovodičů a v integrovaných obvodech, dále v optických vláknech a na výrobu skla a keramiky
  - V přírodě se vyskytuje jako oxid křemičitý ( $\text{SiO}_2$ )

### **oxid křemičitý ( $\text{SiO}_2$ ) = křemen**

- Strukturou se podobá diamantu, vazby jsou ale méně pevné
- Je odolný vůči kyselinám s výjimkou kyseliny fluorovodíkové (HF)  $\rightarrow$  leptá sklo
- Nachází se v písku a také v různě zbarvených minerálech (křišťál, záhněda, růženín)
- Výroba skla a šperků

### **Sklo**

- Homogenní amorfní látka
- Propouští UV záření
- Vyrábí se za vysokých teplot ve sklářských pecích roztavením písku ( $\text{SiO}_2$ ), vápence ( $\text{CaCO}_3$ ) a sody ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )  $\rightarrow$  tak vznikne tzv. sklářský kmen a po vylití do formy nebo roztaveného cínu tavenina ztuhne na pevnou látku  $\rightarrow$  případně se může obarvit (kobaltové sklo - modré)

### **Vodní sklo**

- Vodní roztok křemičitanů alkalických kovů-
- Konzervační a tmelící prostředek

### **Kyselina křemičitá $\text{H}_2\text{SiO}_3$**

- Velmi slabá nestálá kyselina
- $\rightarrow$  její soli  $\rightarrow$  křemičitany

### Křemičitany ( $\text{SiO}_3$ )<sup>2-</sup>

- Vznikají tavením oxidu křemičitého s hydroxidy a uhličitany alkalických kovů
- Křemičitanové horniny( hlíny,jíly) jsou zdrojem pro výrobu silikátových materiálů: keramika->porcelán,sklo, maltoviny

### Silicidy

- Sloučeniny křemíku s kovy
- $\text{CaSi}_2$ -silicid vápníku

### Silany

- Sloučeniny křemíku s vodíkem-> nestabilní, používají se do slunečních baterii
- $\text{SiH}_4$ -silan,  $\text{Si}_2\text{H}_6$ -disilan

Silikagel- okyselením vodných roztoků křemičitanu sodného, adsorpční vlastnosti->používá se jako sušidlo

## Organika

### Silikony

- Organokřemičité polymerní sloučeniny
- Tepelně odolné a hydrofobní
- Implantáty a izolační materiál

## 17.

### Prvky I.A a II. A skupiny v organických a anorganických sloučeninách

Značka	Elektronová konfigurace
Li	[He] 2s <sup>1</sup>
Na	[Ne] 3s <sup>1</sup>
K	[Ar] 4s <sup>1</sup>
Rb	[Kr] 5s <sup>1</sup>
Cs	[Xe] 6s <sup>1</sup>
Fr	[Rn] 7s <sup>1</sup>

#### Alkalické kovy

##### I.A skupina:

- (H), Li, Na, K, Rb, Cs, Fr
- Z: (1), 3, 11, 19, 37, 55, 87
- El. konfigurace:  $n s^1$ , kde  $n = 2$  až  $7 \rightarrow 1$  valenční elektron, jednovazné  $\rightarrow$  vždy oxidační číslo 1
- **Nízká elektronegativita 0.86 až 1**  $\rightarrow$  iontové vazby
- Vodík se sice nachází v I.A skupině ale neřadíme ho mezi alkalické kovy (nemá kovové vlastnosti)

##### Výskyt:

- Nerosty: Halit (sůl kamenná – NaCl), Sylvín (KCl), kryolit ( $Na_3[AlF_6]$ ), ledky (viz dusičnany), Na + K  $\rightarrow$  biogenní prvky- Na vně buněk, K uvnitř  $\rightarrow$  udržují osmotický tlak, přenos signálu

##### Vlastnosti:

- Ve svých periodách mají největší atomové poloměry, které rostou s protonovým číslem.
- Lesklé měkké kovy, mají nízkou teplotu tání, která klesá se stoupajícím protonovým číslem
- Malá hustota – plavou na  $H_2O$ , neušlechtilé kovy, silná redukční činidla (snadno se oxidují) -  $\downarrow E^0 \rightarrow$  reagují se všemi kyselinami, vedou elektřinu a teplo, charakteristicky zbarvují plamen (Li- karmínově červeně, Na – žlutě, K – světle fialově), *vysoce reaktivní*, reaktivita stoupá s rostoucím protonovým číslem
- Nejmenší ionizační energie (energie potřebná k odtržení elektronu z atomu)
- Pro mimořádnou reaktivitu se alkalické kovy uchovávají v chemicky inertním prostředí, např v petroleji
- Sodík a lithium se vyrábějí elektrolýzou tavenin svých chloridů
- Draslík se získává například redukcí chloridu draselného sodíkem s destilací draslíku ze směsí

##### Použití: v organických syntézách a v jaderné technice

- Diagonální podobnost Li s Mg:
  - Oba prvky hoří na oxidy  $Li + O_2 \rightarrow Li_2O$ , mají kovalentní charakter
  - Jsou to *Nejsilnější Lewisovy zásady*.

##### Sloučeniny:

- Hydridy:
  - Vznikají přímým slučováním
- Peroxidy a superoxydy:
  - $Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$  (peroxid sodný), zbytek hoří na superoxydy  $K + O_2 \rightarrow KO_2^{-1/2}$  (superoxid)
- Hydroxidy- bezbarvé, na vzduchu vlhnuocí (hydrokopické) látky, rozpustné, ve vodném roztoku plně disociují, jsou to silné zásady. Použití- $\rightarrow$  výroba mýdel, celulózy, papíru, výroba oxidu hlinitého.

- **NaOH = hydroxid sodný:**
  - Bílá krystalická látka, rozpustná v H<sub>2</sub>O za \* silného hydroxidu
  - Vyrábí se elektrolýzou vodného roztoku chloridu sodného NaCl (aq)
- **NaCl = chlorid sodný:**
  - Iontový charakter → dobře rozpustný v H<sub>2</sub>O
  - Využití: potravinářství, konzervování
  - Elektrolýza NaCl (aq): X Elektrolýza NaCl (taveniny):

### Elektrolýza

- **Vodného roztoku NaCl:** do roztoku chloridu sodného ponoříme dvě uhlíkové elektrody a připojíme k nim zdroj stejnosměrného ele. Proudů na kladně nabitě anodě se uvolňují bublinky Cl (jako u předchozího případu) na záporně nabitě katodě se však neredukuje sodné ionty ale molekuly vody na vodík
  - Elektrolýzou nasyceného roztoku NaCl (solanky) tedy vzniká
  - na katodě vodík:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ ,
  - na anodě chlor:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$
  - a v roztoku zůstává hydroxid sodný  $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ .
  - **tavenin NaCl:** do taveniny chloridu sodného ponoříme dvě inertní elektrody a připojíme k nim zdroj stejnosměrného ele. Proudů na kladně nabitě anodě se uvolňují bublinky Cl (jako u předchozího případu) na záporně nabitě katodě redukuje sodné ionty na kovový sodík
  - Soustava je tvořena pouze kationty sodnými  $\text{Na}^+$  a anionty chloridovými  $\text{Cl}^-$ .
  - V tomto případě se na katodě redukuje kovový sodík:  $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}^0$
  - Na anodě vzniká oxidací chloridových aniontů plynný chlór:  $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}^0 + \text{e}^-$ ,
  - atomární chlór se slučuje do molekul:  $\text{Cl} + \text{Cl} \rightarrow \text{Cl}_2$
  - Hydroxid draselný KOH-vyrábí se elektrolýzou vodného roztoku chloridu draselného nebo varem uhličitanu draselného s hydroxidem vápenatým
- 
- **Dusičnany:**
    - $-\text{NO}_3^-$
    - = LEDKY → hnojiva
      - $\text{NaNO}_3$  = *Chilský ledek*
      - $\text{KNO}_3$  = draselný ledek
  - **Uhličitany:**
    - $\text{K}_2\text{CO}_3$  – uhličitán draselný= potaš-> výroba skla
    - $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – uhličitán sodný = soda (prací prostředky), vyrábí se Solvayovou metodou - přeměna chloridu sodného(NaCl) na uhličitán sodný za použití amoniaku
    - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (dekahydrát) = krystalovaná soda – čištění metra
    - $\text{NaHCO}_3$  – hydrogenuhličitán sodný- tzv. užívací soda, omezeně rozpustný, používá se při překyselení žaludku a jako součást kypřících prášků



**Rozpuštnost solí v H<sub>2</sub>O:** většinou dobře rozpustné – iontová vazba

**Mýdlo:**

- Vzniká zásaditou hydrolyzou tuků ester + NaOH → alkohol + sodná sůl kyseliny = mýdlo

**Kovy alkalických zemin:**

**II.A skupina:**

- Be (beryllium), Mg, Ca, Sr (stroncium), Ba (baryum), Ra (radium)
- bez beryllia a hořčíku → kovy alkalických zemin
- el. konfigurace:  $n s^2$ , kde  $n$  je 2 až 7 → 2 valenční elektrony → vždy ox.č.: II
- nízká elektronegativita → záporný  $E^0$  (iontové vazby)
- → reaktivní – silná redukční činidla (ochotně se oxidují), reagují se všemi kyselinami

**Srovnání s alkalickými kovy:**

- Menší atomové poloměry
- Vyšší teploty tání
- Vyšší hustoty
- Tvrdší, křehčí
- Méně reaktivní
- Větší ionizační energie

!!Zásaditost oxidů a síla hydroxidů roste s větším protonovým číslem!!

**Výroba:** převážně elektrolýzou tavenin příslušných chloridů

**Výskyt:**

- Magnezit (MgCO<sub>3</sub>),
- Kalcit/ Argonit (CaCO<sub>3</sub> – polymorfismus = alotrop. Mod. u sloučenin), kazivec=fluorit (CaF<sub>2</sub>),
- sádrovec (CaSO<sub>4</sub>),
- horniny: vápenec (CaCO<sub>3</sub>),
- dolomit
- křída(kalcit),
- mramor (= vápenec který se dá leštit- převládá kalcit)

**Diagonální podobnost Be s Al:**

- Tvoří kovalentní vazby, jsou to amfoterní prvky, netvoří ionty, pasivace na vzduchu

**Sloučeniny:**

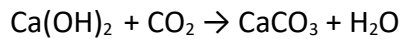
○ **Oxidy:**

- CaO – oxid vápenatý = pálené vápno (vyrábí se pálením vápence), stavebnictví, hnojivo

○ **Hydroxidy:**

- Ca(OH)<sub>2</sub> – hydroxid vápenatý = hašené vápno (vzniká páleného vápna s vodou)  
CaO + H<sub>2</sub>O → Ca(OH)<sub>2</sub>
- Stavebnictví- Výroba malty: malta = H<sub>2</sub>O + písek + hašené vápno

→ tvrdnutí malty: reakce hydroxidu vápenatého s oxidem uhličitým, při níž vzniká uhličitan vápenatý



#### Přechodná a trvalá tvrdost vody a její odstraňování

- Tvrdost vody způsobují rozpustné vápenaté a hořečnaté soli
- **Přechodnou tvrdost** způsobují hydrogenuhličitan např  $\text{Ca(HCO}_3\text{)}$ - hydrogenuhličitan vápenatý, které lze odstranit povařením. Hydrogenuhličitan přechází za vyšší teploty na nerozpustný uhličitan.
- **Trvalou tvrdost** způsobují sírany (např  $\text{CaSO}_4$  – síran vápenatý- sádrovec), které lze odstranit přidáním uhličitanu sodného-> vzniknou nerozpustné uhličitaný-vápenatý, hořečnatý..
- K změkčování se používají také ionexy a detergenty- chemické látky určené k čistění, základní složkou jsou tenzidy- povrchově aktivní amfifilní látky-> obsahují hydrofobní i hydrofilní část

#### Krasové jevy:

Uhličitaný a hydrogen uhličitaný se podílejí na vzniku krapníků

nerozpustný vápenec  $\text{CaCO}_3$  spolu s vodou obohacenou o  $\text{CO}_2$  se mění na rozpustný hydrogenuhličitan vápenatý. Spolu s vodou pak stéká do jeskyní, kde se při zpětné reakci přemění opět na nerozpustný uhličitan a dochází ke vzniku KRÁPNÍKŮ= krasové jevy



#### Organická část:

- Ca:
  - Podílí se na výstavbě kostí, zubů, svalů, je i v krvi
  - Srážení krve: způsobuje přeměnu protrombinu na trombin
  - Signální kationt- zprostředkovává komunikaci na buněčné úrovni
- Mg:
  - Vyskytuje se v chlorofylu

#### Mýdlo:

- Vzniká zásaditou hydrolýzou tuků
- ester +  $\text{NaOH} \rightarrow$  alkohol + sodná sůl kyseliny = mýdlo
- Ve tvrdé vodě ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) se mýdlo sráží
  - $2 \text{Na}^+(\text{R-COO})^- + \text{Ca}^{2+}(\text{HCO}_3^-)_2 \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{HCO}_3^-) + \text{Ca(R-COO)}_2$

## 18.

### Kovy v organických a anorganických sloučeninách:

#### Vlastnosti kovů:

- Kovová vazba (delokalizované elektrony v podobě elektronového plynu) → vedou el. proud → kovový krystal
- Většinou (s)
- Přechodné kovy = I.B – VIII.B skupina (d prvky)
- Nepřechodné kovy = I.A – VII.A skupina (Al, Pb, Sn, ...)
- Obecné kovy: jsou reaktivní, ochotně tvoří kationty → vyskytují se převážně ve sloučeninách - rudách !! Fe – obecný kov !!
- Ušlechtilé kovy: méně reaktivní, vyskytují se v ryzím stavu → ox. číslo 0 (Pt, Ag, Hg, Au)
- Těžké kovy: Hg, Pb, Au, Ag, Pt, Cu

#### Výskyt kovů v přírodě:

- Rudy = sloučeniny obsahující kationty kovů ( $M^{n+}$ )
- PbS – *galenit*, ZnS – *sfalerit*, HgS – *rumělka*,  $Fe_2O_3$  = *krevel-hematit*,  $Fe_2O_3 \cdot n H_2O$  = *hnědel-limonit*,  $FeS_2^{-1}$  = *pyrit*,  $Fe_3O_4$  ( $FeO \cdot Fe_2O_3$ ) = *magnetit*,  $FeCO_3$  = *ocelek - siderit*

#### Výroba kovů z rud: (obor hutnictví/metalurgie)

- Ze sloučenin se získávají redukcí  $M^{n+} + n e^- \rightarrow M^0$
- Při redukcí oxidů se jako redukční činidla používají koks, oxid uhelnatý, vodík, hliník (aluminotermie), hořčík (magneziumtermie), vápník (kalciumtermie).
- Elektrolýzou lze čisté kovy vyrobit z roztoků nebo z taveniny solí.
- Ze sulfidů se vyrábí d – prvky *pražením* a následnou redukcí vzniklých oxidů
- *Hlušina* = obsah rudy složený z nežádoucích hornin a nerostů

#### Výroba Fe:

- Fe se vyrábí ve vysokých pecích, které jsou vysoké asi 25m a mají průměr 10m.
- Shora se do pece přidává *vsázka* = (Fe-ruda + C (koks) + Vápenec/dolomit (= struskotvorný materiál).
- Zespolu se do pece vhání horký vzduch bohatý na  $O_2$ .  $O_2 + C \rightarrow CO$  Oxid uhelnatý pak redukuje rudu = *nepřímá redukce* \* pórovité Fe
- Ve spodní části pece (nístěj) probíhá *přímá redukce* a uhlík proniká do pórovitého Fe \* roztavené surové železo, které se jako *odpich* z pecí získává. ( $Fe_3C$ )
- Následně se surové Fe může dále upravovat (↑C = litina, ↓ C = ocel)
- Struskotvorný materiál reaguje s nežádoucími příměsí (hlušinou) se s Fe nemísí a naopak ho chrání před zpětnou oxidací. Struska se odpouští horním ventilem a využívá se ve stavebnictví.
- *Kychtové plyny* jsou plyny bohaté na CO. Odchází kychtovým otvorem (nahore).

Elementární forma kovů: = ryzí kovy (Au, Ag, Hg, Pt)

Významné slitiny: bronz (Cu + Sn), mosaz (Cu + Zn)

#### Koroze:

- = fyzikálně chemický děj, kdy kov reaguje s vnějším prostředím ( $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,...)

Korodující kovy: Fe (rez), Cu (měděnka), Ag (zčernání), Zn, Al, Cr

Nekorodující: Au, Pt

- pro některé kovy je koroze negativním dějem → dochází k porušení struktury (RP kroze tvoří nesouvislou vrstvu → odlupuje se)  $Fe + O_2 + H_2O \rightarrow rez (FeO(OH) Fe_2O_3 \cdot n H_2O)$
- pro některé je to naopak ochrana před dalšími vnějšími vlivy (pasivace = potažení kovu souvislou vrstvičkou)  
 $Cu + O_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow$  měděnka  $Cu_2CO_3(OH)_2$   $Zn + O_2 \rightarrow ZnO$

#### Elektrochemická koroze:

- v elektrolytech, kde vznikají lokální galvanické články, které urychlují korozi

#### Ochrana proti korozi:

- Povrchová úprava : naolejování, barva, *galvanické pokovování* (Zn, Cr, Al, Ag, Au, Cu,...)- využití elektrolýzy
- Pasivace: (nejčastěji za pomoci  $H_3PO_4$ )

#### Komplexní sloučeniny:

- Podstatou je donor - akceptorová vazba mezi **centrálním atomem** a **ligandem**
- Komplexní částicí může být kationt, aniont nebo celá neutrální molekula → nazýváme komplex

#### Al:

- III.A skupina, pasivuje se
- **Amfoterní charakter** reaguje se zásadami a vytváří komplexní anionty.
- Výroba Al:
  - Zdroj: tavenina  $\text{Al}_2\text{O}_3$
  - Katoda:  $4 \text{Al}^{3+} + 12 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{Al}^0$
  - Anoda:  $6 \text{O}^{2-} - 12 \text{e}^- \rightarrow 3 \text{O}_2$
  - Celková reakce:
    - $2 \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 4 \text{Al} + 3 \text{O}_2$
    - $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  (CO)

#### Fe jako biogenní prvek:

- **Hemoglobin** – červené krevní barvivo
- **HEM** = prosthetická (nebílkovinná část hemoglobinu)- obsahuje 1 atom Fe → 1 mlk hemoglobinu obsahuje 4 Hemy → může vázat 4 mlk  $\text{O}_2$
- **myoglobin** - ve svalech plní fci hemoglobinu ale může navázat jen jednu mlk  $\text{O}_2$
- **cytochromy** – bílkovina obsahující hemové skupiny, jsou barevné
- **HEM** →  $\text{Fe}^{2+}$  (v hemoglobinu) X **Hemin** →  $\text{Fe}^{3+}$  (\*když se hemoglobin oxiduje – nežádoucí jev – hemoglobin ztrácí svou fci)

#### Slitiny

- je tavením vzniklá směs kovů s dalšími kovy nebo jinými prvky či sloučeninami, obvykle ve formě pevného roztoku.
- Podle počtu složek se slitiny dělí na:
  - *Binární* – dvě složky
  - *Ternární* – tři složky
  - *Kvartérní* – čtyři složky
- Na rozdíl od čistých kovů nemá většina slitin ostrý bod tání. V určitém teplotním intervalu existuje slitina jako směs kapalné a pevné fáze. Některé slitiny ale při určitém poměru složek vykazují teplotu tání, která je nižší než teplota tání jednotlivých složek
- **Bronz:**
  - je slitina mědi a cínu, případně i v malém množství jiných kovů jako např. hliníku, manganu, olova (kromě zinku, kdy se slitina nazývá mosaz). Starší český název pro bronz je **spěž**.
- **mosaz** – měď a zinek (hudební nástroje...)
- **dural** – hliník, hořčík a další kovy (odlehčené konstrukce kol, karosérie automobilů, letadel, lodí)
- **pájka** – olovo a cín ocel – železo a jiné kovy
- **amalgám** – rtuť, stříbro a další kovy

## 19.

### **Směsi a oddělování jejich složek**

- Směs je výsledek mechanického smíchání chemických látek, tzn. prvků nebo sloučenin. Směs je látka, která obsahuje dvě nebo více složek. Během této operace nedochází ke vzniku nebo zániku chemických vazeb, proto se nejedná o chemický děj. Z fyzikálního hlediska dochází k podstatným změnám vlastností. Mění se např. teplota varu, tání, atd. Směs může být někdy rozdělena na jednotlivé složky mechanicky.
  - **Homogenní směs**
    - je směs, která má definované složení a vlastnosti v celém svém objemu. Jedná se o roztoky a některé slitiny. Složky homogenní směsi nemůžeme pozorovat okem.
    - Velikost shluku částic menší  $10^{-9}\text{m}$
    - Roztoky elektrolytů a nízkomolekulárních neelektrolytů
  - **Koloidní soustavy**
    - Velikost shluku částic  $10^{-7}$  až  $10^{-9}\text{m}$
    - Pouze roztok ( mléko, krev,..)
  - **Heterogenní směs**
    - nemá definované složení, jedná se např. o žulu. V jejím objemu lze zrakem identifikovat jednotlivé složky
    - Velikost shluku částic větší než  $10^{-7}\text{m}$
    - Pěna, suspenze, inkluze
  - **Suspenze** – kapalina a hrubé krystaly, shluky krystalků nebo částic pevných amorfních látek
  - **Emulze** –(olej ve vodě), kapalina a kapičky jiné kapaliny
  - **Aerosol**
    - Mlha – plyn a kapičky kapaliny
    - Dým – plyn a částičky pevné látky
    - Kouř – plyn a kapičky kapaliny a částičky pevné látky
  - **Pěna** – kapalina a bublinky plynu
    - **Roztok(pravý)-homogenní směs**, Plynný – plyn a molekuly plynu (vzduch)
    - Kapalný – kapalina a jednotlivé solvované molekuly a ionty nízkomolekulárních látek (roztok chloridu sodného ve vodě)
    - Pevný(slitina) – pevná látka a jednotlivé atomy či ionty pevných látek
- ➔ **vzniká rozpouštěním látek v rozpouštědle, dle povahy rozpouštědla a látek může rozpouštění probíhat:**
- a) Částice rozpouštěné látky se rozptylují mezi částice rozpouštědla, neinteragují spolu (např. rozpouštění kyslíku, dusíku, sacharózy ve vodě)
  - b) Při rozpouštění krystalických látek s iontovou strukturou ve vodě jsou postupně uvolňované ionty obkloповány molekulami vody a vznikají hydrátové ionty -> roztoky obsahují volně pohyblivé ionty-> jsou to elektrolyty-vedou proud.
  - c) Rozpouštěná látka reaguje s částí molekul rozpouštědla-> mezi ostatní částice rozpouštědla se rozptylují až produkty. (např. rozpouštění amoniaku ve vodě nebo plynného chlorovodíku)

- **Roztok koloidní neboli lyosol- heterogenní směs**
  - *Fázový koloid neboli lyofobní sol – kapalina a shluky molekul iontů pevných nízkomolekulárních látek*
  - *Molekulový koloid neboli lyofilní sol – kapalina a jednotlivé solvované molekuly a ionty makromolekulárních látek*
  - *Micelární koloid – kapalina a molekuly nízkomolekulárních organických látek, tvořených nepolárním alifatickým řetězcem zakončeným polární skupinou schopnou disociace*
- **Gel** – kapalina/plyn a dispergované částice jsou vzájemně propojeny v jeden celek (ty částice v sobě tu vodu drží mezi nimi (uvězněnou), vysušením vzniká xerogel, lze vrátit následnou hydrataci, gel s plynem = aerogel)
- **Inkluze** – pevná látka a bublinky plynu

• **Oddělování složek z heterogenních směsí**

•

- **Usazování** slouží k oddělení složek, které jsou vzájemně nerozpustné, to jsou například směsi složené z nemísitelných kapalin nebo nerozpustné látky v kapalině. Vychází z různé hustoty složek směsi.
- **Filtrace** se používá pro oddělení pevné látky od kapalné, nebo pevné látky od plynné. Pevná látka se zachytí na filtru, zatímco filtrem proteče do kádinky čistá kapalina či plyn, čistá látka v kádince se nazývá filtrát. Nejvhodnějším filtrem je filtrační papír.
- **Sublimace** se používá k oddělení dvou či více pevných látek. Její průběh spočívá v zahřívání směsi, přičemž jedna látka sublimuje, tj. přechází z pevného skupenství přímo do plynného. Snadno sublimující látkou je např. jód nebo naftalen.
- **Destilace** je metoda dělení nejčastěji homogenních směsí založená na různých bodech varu složek
- **Dekantace**-je metoda oddělování kapaliny od pevné látky opatrným slitím kapaliny (slití brambor)
- **Extrakce**-vyluhování je metoda získávání látek z různých, většinou přírodních materiálů. Na základě rozdílné rozpustnosti mezi rozpouštědly
- **Krystalizace**-obecně vytváření pravidelné struktury je druh fázové přeměny, při které dochází k pravidelnému uspořádání částic do krystalové mřížky. (ochlazením, vypařením vody)
- **Elektroforéza**-je soubor separačních metod, které využívají k dělení látek jejich odlišnou pohyblivost ve stejnosměrném elektrickém poli. (stopy DNA)
- **Chromatografie**- separační metoda založená na barvách, hmotnosti a rozpustnosti

• **Vzduch**

Vzduch je směs plynů tvořící plynný obal Země – atmosféru – sahající až do výše asi 100 km. Má vliv na všechny chemické proměny jak v nerostné přírodě respektive v neživé přírodě, tak i v živých organismech. Většina živých organismů by bez kyslíku z ovzduší nemohla vůbec existovat. Má i své významné fyzikálně chemické vlastnosti, jedná se zejména o transport vody neboli koloběh vody v ovzduší. Kromě toho tepelná kapacita vzduchu udržuje na Zemi teplotu přijatelnou pro život, jinak by na noční straně naší planety byl mráz několika desítek stupňů, kdežto na denní straně by bylo více než 100 °C. Je také důležitou průmyslovou

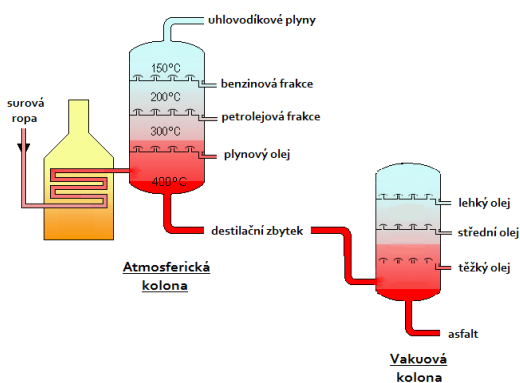
surovinou. Mimo jiné vzduch (resp. kyslík v něm obsažený) také slouží k oxidaci paliva ve všech běžných spalovacích motorech, k oxidaci paliva při výrobě elektrické energie v tepelných elektrárnách, dále při vytápění či ohřevu vody atd. Vzduch tedy slouží coby druhá (prakticky neviditelná) složka každého běžného fosilního paliva.

plyn	objem [%]	hmotnost [%]
dusík	78,09	75,51
kyslík	20,95	23,17
argon	0,93	1,28
oxid uhličitý	0,0407 (407 ppm)	0,04
neon	0,0018 (18,18 ppm)	0,0012
helium	0,000524 (5,24 ppm)	0,000072
metan	0,0002 (2 ppm)	0,0001
krypton	0,000114 (1,14 ppm)	0,0003
vodík	0,00005 (0,5 ppm)	0,000001
xenon	0,0000087 (87 ppb)	0,00004

Průmyslově se z kapalného vzduchu destilací (přesněji rektifikací) získává kyslík, dusík, argon a helium

## • Ropa

- Fosilní organická látka
- Vznik:
  - Anorganický původ:
    - Mendělejev: působením přehřáté páry na karbidy těžkých kovů
    - Moderní výzkum: Dokázal přítomnost uhlovodíků v oceánských hřbetech. Tyto uhlovo. Nejsou prokazatelně z organ. zdrojů
  - Organický původ
    - Termogenickým rozkladem organické hmoty
    - Ropa vzniká krakováním kerogenu při 60–120 stupňů Celsia
    - Ropné okno : hloubka 2 – 4 m
- Složení
  - C: 84– 87 %
  - H: 11- 14%
  - O: 2 - 3%
  - S, N: 1%
- Zpracování ropy
  - Frakce



### • Předehřívací kolona

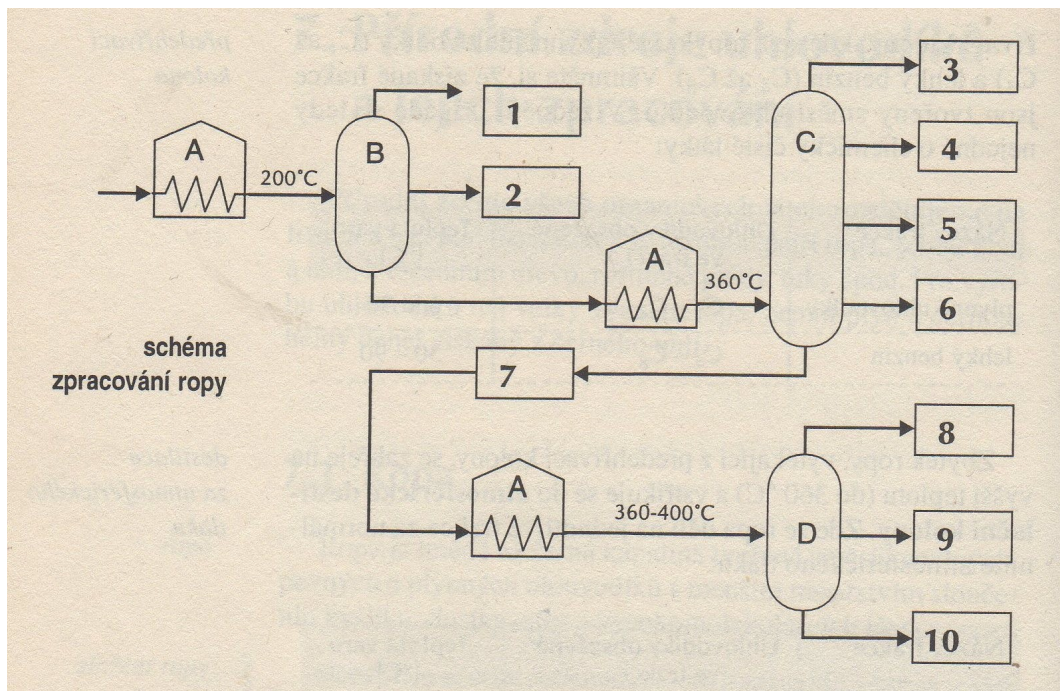
- Plynné uhlovodíky
- Lehký benzín

### Atmosférická kolona

- Těžký benzín, petrolej, plynový olej, olejové destiláty a mazut

### Vakuová kolona

- Vakuový plynový olej, asfalt, směs lehkých, stř. a těžkých olejů



- Produkty ropy:
  - benzín, motorová nafta, topný olej, LPG, petrolej, parafín, mazivo, mazut,
  - asfalt, dehet
  - petrochemikálie, které se dále používají hlavně na výrobu: plastů, barviv, pesticidů, hnojiv

#### Primární benzín – oktanové číslo

- **Oktanové číslo** je technická veličina, jedna ze základních charakteristik pohonných látek (paliv) pro zážehové spalovací motory. Vyjadřuje odolnost paliva ve směsi se vzduchem proti samozápalu
- **Reformování**
  - Účelem procesu je zvýšení oktanového čísla těžkých benzínů. Podstatou je přeměna alkanických uhlovodíků, přítomných v benzínu, na aromáty. Hlavními reakcemi jsou cyklizace izoalkanů a dehydrogenace cykloalkanů
  - Dalším účelem procesu je produkce benzenu, toluenu a xylenu. Ty se z reformátu získávají extrakcí.
- **Krakování** je tepelný rozklad uhlovodíků s delším řetězcem na uhlovodíky s kratším řetězcem. Dochází při tom ke štěpení vazeb mezi atomy uhlovodíku C-C a vznikají kapalné a plynné uhlovodíky s menším počtem atomů uhlíku v řetězci. Probíhá buď za vysoké teploty, nebo za zvýšené teploty a přítomnosti katalyzátoru.
  - Hexadekan ( $C_{16}H_{34}$ ) se rozloží na oktan ( $C_8H_{18}$ ) a okten ( $C_8H_{16}$ )
  - Zvyšuje výrobu benzínové frakce
  - $C_{16}H_{34} \rightarrow C_8H_{18} + C_8H_{16}$
  - Vzniká sekundární benzín

#### Nafta – cetanové číslo

- veličina označovaná zkratkou **CČ** nebo **CN**, udávající kvalitu motorové nafty z hlediska její vznětové charakteristiky



## Uhlí a zemní plyn

- Uhlí:
  - **hořlavá hornina** složená převážně z elementárního **uhlíku**, která vznikla přeměnou biologických materiálů, jako třeba prvohorních přesliček či plavuní (období karbon získalo svůj název právě kvůli datování vzniku uhlí) za vysokých teplot a tlaků.
  - Hlavními produkty karbonizace jsou **koks** (téměř čistý uhlík), **uhelný dehet** a **karbonizační plyn**. **Koks** je důležitou surovinou pro výrobu železa Fe
  - **Hnědé uhlí** je geologicky mladší než černé uhlí. Kromě uhlíku obsahuje velké množství příměsí – především různých popelovin a síry, obvykle také mnoho vody. Nejmladší a nejméně karbonizované hnědé uhlí se nazývá lignit.
  - **Černé uhlí** (zvané někdy také kamenné uhlí) je druh sedimentární horniny, řadí se mezi uhlí. Vznikla z organického materiálu v prvohorách a druhohorách. Jedná se o hořlavou surovinu, jež se používá především jako palivo pro získávání tepla a energie. Řadí se mezi neobnovitelné zdroje.
  - **Antracit** je druh černého uhlí, který se vyznačuje nejnižším obsahem těkavých hořlavých látek
- **Rašelina**
- Částečně rozložený nahromaděný materiál, použití v kosmetice (zábaly) a jako palivo, v zahradnictví (humus+ zadržuje vodu), potravinářství (při výrobě whiskey), izolace, akvaristika
  -
- **Zemní plyn**
  - V podzemních ložiskách může ropu doprovázet zemní plyn, avšak jsou známá i čistě plynová ložiska. Jedná se o směs plynů, převážně **methanu CH<sub>4</sub>**, ale i nižších alkanů **oxidu uhličitého CO<sub>2</sub>**, **dusíku N<sub>2</sub>** a případně i **helia He** (zemní plyn je takřka jediným zdrojem helia na Zemi).
  - Zemní plyn je často pro svoji výhřevnost využíván jako palivo a **zdroj energie**, jelikož není na rozdíl od svítiplynu jedovatý, našel použití i v domácnostech

## 19.

### Směsi a oddělování jejich složek

- Směs je výsledek mechanického smíchání chemických látek, tzn. prvků nebo sloučenin. Směs je látka, která obsahuje dvě nebo více složek. Během této operace nedochází ke vzniku nebo zániku chemických vazeb, proto se nejedná o chemický děj. Z fyzikálního hlediska dochází k podstatným změnám vlastností. Mění se např. teplota varu, tání, atd. Směs může být někdy rozdělena na jednotlivé složky mechanicky.
- **Homogenní směs** je směs, která má definované složení a vlastnosti v celém svém objemu. Jedná se o roztoky a některé slitiny. Složky homogenní směsi nemůžeme pozorovat okem.
- **Heterogenní směs** nemá definované složení, jedná se např. o žulu. V jejím objemu lze zrakem identifikovat jednotlivé složky
  - **Suspenze (s+l)=pevná látka rozpraská v kapalině**
  - **Emulze (l + l)**
  - **Pěna (l/s + g) = plyn v kapalině nebo v pevné látce**
  - **Aerosol (l/s + g)= pevná látka nebo kapalina rozprášená v plynu**
    - Mlha, dým
- **Roztok**
  - Roztok je homogenní nebo zdánlivě homogenní, většinou kapalná, může být však i pevná (slitiny) i plynná (vzduch...), směs nejméně dvou látek, rozpouštědla a rozpuštěné látky. Nejčastějším rozpouštědlem jsou kapaliny. Rozpuštěné látky s rozpouštědlem nereagují. Může dojít k disociaci a solvataci rozpuštěné látky, ale to nejsou reakce, kterými by docházelo ke změně chemických vlastností rozpuštěné látky nebo rozpouštědla. Rozpouštědlo nebo rozpuštěnou látku je tedy možné z roztoku zase separovat fyzikální cestou.
  - Roztok může nabývat všech tří skupenství.
    - 1)Plynný (vzduch)
    - 2)kapalný
    - 3)Pevný – jednotlivé atomy (ionty) jedné pevné látky rozptýlené mezi částicemi jiné pevné látky, např. slitiny kovů
  - Roztoky dělíme na 3 skupiny
    - 1) Pravý roztok (homogenní)
      - Homogenní roztok obsahuje pouze částice menší než  $10^{-9}$  m
      -
    - 2)Koloidní (nepravý roztok)
      - Koloidní směs obsahuje pouze částice o velikosti v rozmezí  $10^{-7}$  –  $10^{-9}$  m
      - Př. Gel
    - Sol-gel
      - Metoda sol-gel je syntetický proces, při kterém dochází k transformaci koloidní suspenze na gel. Získaný porézní gel je následně chemicky vyčištěn. Žiháním gelu při vysoké teplotě získáme oxidický materiál o vysoké čistotě. Gel může být před transformací dopován různými látkami, což umožňuje

připravovat materiály s velkou variabilitou vlastností. Tato metoda je často využívána při přípravě keramických materiálů nebo tenkých filmů z oxidů kovů. Tyto produkty nacházejí uplatnění v optice, elektronice, senzorech a také ve vesmírných projektech.

- **Oddělování složek z heterogenních směsí**

- **Usazování** slouží k oddělení složek, které jsou vzájemně nerozpustné, to jsou například směsi složené z nemísitelných kapalin nebo nerozpustné látky v kapalině. Vychází z různé hustoty složek směsi.
- **Filtrace** se používá pro oddělení pevné látky od kapalné, nebo pevné látky od plynné. Pevná látka se zachytí na filtru, zatímco filtrem proteče do kádinky čistá kapalina či plyn, čistá látka v kádince se nazývá filtrát. Nejvhodnějším filtrem je filtrační papír.
- **Sublimace** se používá k oddělení dvou či více pevných látek. Její průběh spočívá v zahřívání směsi, přičemž jedna látka sublimuje, tj. přechází z pevného skupenství přímo do plynného. Snadno sublimující látkou je např. jód nebo naftalen.
- **Destilace** je metoda dělení nejčastěji homogenních směsí založená na různých bodech varu složek
  - **Atmosferická destilace** = probíhá za atmosférického tlaku
  - **Vakuová** = pro destilaci látek s velmi blízkou teplotou varu nebo extrémně vysokým bodem varu, nebo jejich rozklad za normálního tlaku), probíhá za sníženého tlaku
  - **Azeotropní směs** je směs látky, kterou nelze rozdělit na jednotlivé složky destilací, neboť jsou tam mezimolekulární interakce (třeba vodíkové můstky, př= voda s lihem)
- **Dekantace** je metoda oddělování kapaliny od pevné látky opatrným slitím kapaliny, zatímco pevná látka zůstane usazená na dně nádoby. V nádobě většinou zůstane část rozpouštědla, zatímco část sedimentu z nádoby spolu s rozpouštědlem odteče (neefektivní).
- **Krystalizace** patří mezi základní chemické operace, jimiž je možno dělit homogenní směsi. Krystalizací rozumíme vylučování pevné látky z roztoku, taveniny nebo plynného stavu v krystalické formě. Nejčastěji provádíme krystalizaci z roztoku, který předem přečistíme filtrací a zbavíme jej mechanických nečistot. Tuto metodu je možno použít k čištění krystalických látek. Krystalizace začíná vytvářením krystalizačních center (zárodků), z nichž vznikají krystaly.
- **Extrakce** neboli vyluhování je metoda získávání látek z různých, většinou přírodních materiálů. Vyluhovávají se hlavně tuky, barviva a různé cenné složky. Pro extrakci je velice důležité rozpouštědlo, protože při extrakci přecházejí extrahované látky do jediné fáze - do fáze rozpouštědla, většinou kapalné. Extrakci lze provádět za tepla i za studena.
  - Extrakci z tuhých látek
    - **Macerace** je vyluhování výtěžků z pevných látek studeným rozpouštědlem.

- Digesce je macerace horkým rozpouštědlem. Jednoduchým příkladem je vaření čaje.
- Extrakce z kapalin
  - Vytřepávání je přerušovaná operace, při níž se do studeného rozpouštědla dostávají látky z lehčí nebo těžší kapaliny. Provádí se v dělicích nálevkách.
  - Perforace je časově náročnější operace. Je dokonalejší než vytřepávání, protože se provádí horkým rozpouštědlem.
- **Chromatografie** jsou fyzikálně-chemické separační metody, jejichž podstatou je rozdělování složek směsi vzorku mezi dvě fáze, a to fází nepohyblivou (stacionární fází) a pohyblivou (mobilní fází). Tyto dvě fáze se od sebe odlišují některou základní fyzikálně-chemickou vlastností, např. polaritou. Spolu s pohybující se mobilní fází je soustavou unášen také vzorek. Dělené složky vzorku (analyty) interagují v různé míře se stacionární a mobilní fází. Analyty, které se poutají více ke stacionární fází, se pohybují pomaleji a jsou zadržovány déle, než analyty, které se ke stacionární fází poutají méně. Na základě tohoto principu dochází k rozdělení složek směsi.
  - Příklad: absorpční, kapilární, rozdělovací, kapalinová, tenkovrstvá
- **Elektroforéza** je soubor separačních metod, které využívají k dělení látek jejich odlišnou pohyblivost ve stejnosměrném elektrickém poli. Na principu rozdílných elektroforetických mobilit se při ní dělí nabitě molekuly (ionty).
- Při separaci látek v kapiláře se zde vedle elektroforetického principu (pohyb nabitých molekul v elektrickém poli) uplatňuje též elektroosmotický tok, což je spontánní tok kapaliny v kapiláře v důsledku náboje (obvykle záporného) na vnitřní stěně kapiláry.
- **Vzduch**
  - je směs plynů tvořící plynný obal Země – atmosféru – sahající až do výše asi 100 km. Má vliv na všechny chemické proměny jak v nerostné přírodě respektive v neživé přírodě, tak i v živých organismech. Většina živých organismů by bez kyslíku z ovzduší nemohla vůbec existovat. Má i své významné fyzikálně-chemické vlastnosti, jedná se zejména o transport vody neboli koloběh vody v ovzduší. Kromě toho tepelná kapacita vzduchu udržuje na Zemi teplotu přijatelnou pro život, jinak by na noční straně naší planety byl mráz několika desítek stupňů, kdežto na denní straně by bylo více než 100 °C. Je také důležitou průmyslovou surovinou. Mimo jiné vzduch (resp. kyslík v něm obsažený) také slouží k oxidaci paliva ve všech běžných spalovacích motorech, k oxidaci paliva při výrobě elektrické energie v tepelných elektrárnách, dále při vytápění či ohřevu vody atd. Vzduch tedy slouží coby druhá (prakticky neviditelná) složka každého běžného fosilního paliva.
  - Složení

plyn	objem [%]	hmotnost [%]
dusík	78,09	75,51

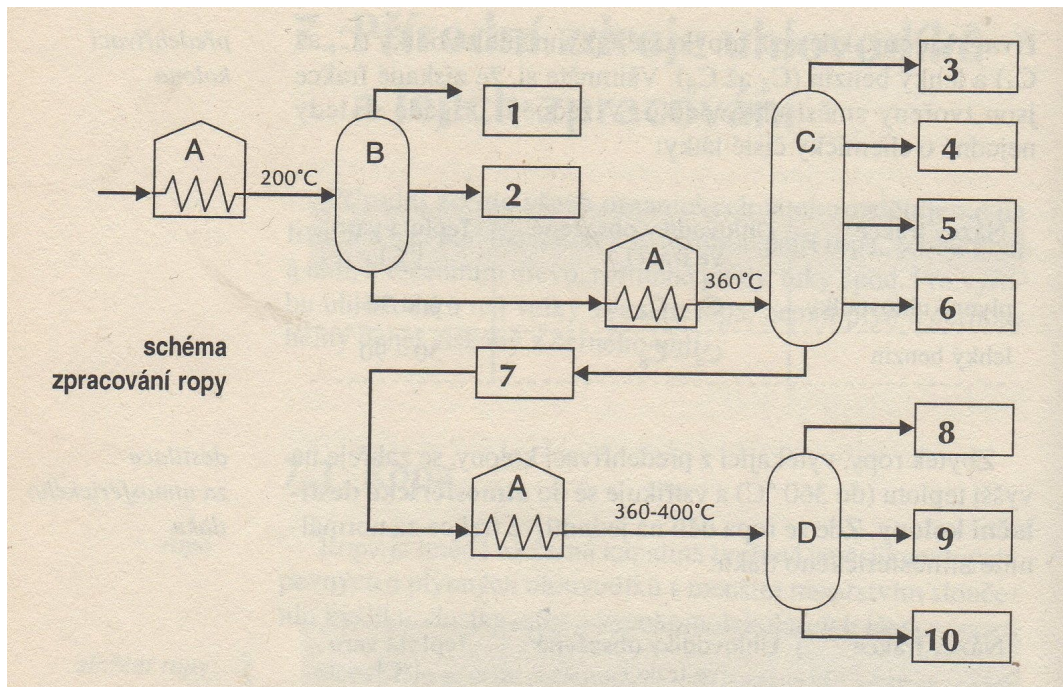
kyslík	20,95	23,17
argon	0,93	1,28
oxid uhličitý	0,0407 (407 ppm)	0,04
neon	0,0018 (18,18 ppm)	0,0012
helium	0,000524 (5,24 ppm)	0,000072
metan	0,0002 (2 ppm)	0,0001
krypton	0,000114 (1,14 ppm)	0,0003
vodík	0,00005 (0,5 ppm)	0,000001
xenon	0,0000087 (87 ppb)	0,00004

- Jedná se o homogenní směs plynů, nejčastějším je vodní pára
- Průmyslově se z kapalného vzduchu destilací (přesněji rektifikací) získává kyslík, dusík, argon a helium. Nicméně je třeba podotknout, že existují i jiné postupy přípravy kyslíku a dusíku ze vzduchu a helium lze získávat i z některých zdrojů zemního plynu.
- Kyslík se zkapalňuje nejprve ochlazením a pak jeho prudkou expanzí, což snižuje teplotu ještě více a vzduch zkapalní

#### Fosilní paliva

- Fosilní palivo je nerostná surovina, která vznikla v dávných dobách přeměnou odumřelých rostlin a těl za nepřístupu vzduchu.
- **Ropa**
  - Fosilní organická látka
  - Vznik:
    - Anorganický původ:
      - Mendělejev: působením přehřáté páry na karbidy těžkých kovů
      - Moderní výzkum: Dokázal přítomnost uhlovodíků v oceánských hřbetech. Tyto uhlovo. Nejsou prokazatelně z organ. zdrojů
    - Organický původ
      - Termogenickým rozkladem organické hmoty
      - Ropa vzniká krakováním kerogenu při 60–120 stupňů Celsia
      - Ropné okno : hloubka 2 – 4 m

- Složení
  - C: 84– 87 %
  - H: 11- 14%
  - O: 2 - 3%
  - S, N: 1%
- Zpracování ropy
  - Frakce
    - Předehřívací kolona
      - Plynné uhlovodíky
      - Lehký benzín
    - Atmosférická kolona
      - Těžký benzín, petrolej, plynový olej, olejové destiláty a mazut
    - Vakuová kolona
      - Vakuový plynový olej, asfalt, směs lehkých, stř. a těžkých olejů



- Produkty ropy:
  - benzín, motorová nafta, topný olej, LPG, petrolej, parafín, mazivo, mazut,
  - asfalt, dehet
  - petrochemikálie, které se dále používají hlavně na výrobu: plastů, barviv, pesticidů, hnojiv

#### Primární benzín

- Primární benzín je složitou směsí uhlovodíků vroucí v rozmezí cca 30 až 195 °C s obsahem aromatických uhlovodíků do 8 %

- Primární benzín se používá jako chemická surovina, především jako surovina pro pyrolýzu
- **Oktanové číslo** je technická veličina, jedna ze základních charakteristik pohonných látek (paliv) pro zážehové spalovací motory. Vyjadřuje odolnost paliva ve směsi se vzduchem proti samozápalu
- **Reformování**
  - Účelem procesu je zvýšení oktanového čísla těžkých benzínů. Podstatou je přeměna alkanických uhlovodíků, přítomných v benzínu, na aromáty. Hlavními reakcemi jsou cyklizace izoalkanů a dehydrogenace cykloalkanů. Vzhledem k tomu, že obsah aromátů v automobilovém benzínu je legislativně omezen, lze OČ zvyšovat přidáváním reformátu jen do určité míry.
  - Dalším účelem procesu je produkce benzenu, toluenu a xylenů. Ty se z reformátu získávají extrakcí.
  - Reformovací metody:
    - dehydrogenace alkylcyklohexanů na aromáty.
    - Izomerace alkylcyklopentanů na alkylcyklohexany, které pak přecházejí na aromáty.
    - Cyklizace C7 a delších n-alkanů na alkylcyklohexany, které pak přecházejí na aromáty (dehydrocyklizace n-alkanů).
    - Izomerace n-alkanů na izoalkany (vznikají i další izomery).
- **Krakování** je tepelný rozklad uhlovodíků s delším řetězcem na uhlovodíky s kratším řetězcem. Dochází při tom ke štěpení vazeb mezi atomy uhlíku C-C a vznikají kapalné a plynné uhlovodíky s menším počtem atomů uhlíku v řetězci. Probíhá buď za vysoké teploty, nebo za zvýšené teploty a přítomnosti katalyzátoru.
  - Hexadekan ( $C_{16}H_{34}$ ) se rozloží na oktan ( $C_8H_{18}$ ) a okten ( $C_8H_{16}$ )
  - Zvyšuje výrobu benzínové frakce
  - $C_{16}H_{34} \rightarrow C_8H_{18} + C_8H_{16}$

#### Nafta – cetanové číslo

- veličina označovaná zkratkou **CČ** nebo **CN**, udávající kvalitu motorové nafty z hlediska její vznětové charakteristiky, čím víc tím líp samovzněcuje, je to lepší, udává množství cetanu v naftě

#### Uhlí:

- **hořlavá hornina** složená převážně z elementárního **uhlíku**, která vznikla přeměnou biologických materiálů, jako třeba prvohorních přesliček či plavuní (období karbon získalo svůj název právě kvůli datování vzniku uhlí) za vysokých teplot a tlaků.
- Hlavními produkty karbonizace jsou **koks** (téměř čistý uhlík), **uhelný dehet** a **karbonizační plyn**. **Koks** je důležitou surovinou pro výrobu železa Fe
- **Karbonizace**, obecněji tzv. suchá destilace, je zahřívání černého uhlí na teplotu nad  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a to bez přístupu vzduchu: bez oxidace kyslíkem, bez smíchání plynů.
- Koksárenský plyn je směs plynů vznikající při koksování černého uhlí. Pro další využití je nutno ho vyčistit, přičemž se odstraňují např. dehet, benzol, sulfan, naftalen a amoniak. Jedná se o hořlavý plyn charakteristického zápachu. Obsahuje mj. vodík (až 60 %), metan a oxid uhelnatý (až 10 %). Vzhledem k obsahu oxidu uhelnatého je jedovatý. Kromě použití jako zdroje vodíku se koksárenský plyn používá také pro spalování. Obdobou koksárenského plynu

je svítiplyn, který se získává převážně tlakovým zplyňováním hnědého uhlí kyslíkem a vodní parou

- **Koks** je pevný uhlíkatý zbytek odvozený z nízkopopelového, nízkosirného černého uhlí, ze kterého jsou odstraněny prchavé složky v peci s omezeným přístupem kyslíku při teplotách nad 1000 °C. Při tom vzniká také kamenouhelný dehet, čpavek, lehké oleje a svítiplyn. Proces jeho výroby se nazývá karbonizace, používá se jako redukční čidlo při výrobě Fe
- Uhelný dehet lidově nazývaný tér (thér) je hnědá nebo černá kapalina s vysokou viskozitou, páchnoucí po aromatických uhlovodících. Uhelný dehet je vedlejším produktem karbonizace uhlí při výrobě koksu nebo jeho zplyňování při výrobě svítiplynu. Uhelné dehty jsou složité a proměnné směsi fenolů, polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) a heterocyklických sloučenin, použití= spalování, medicína, dříve taky jako hydroizolační materiál v lodích, střechách atd
- **Hnědé uhlí** je geologicky mladší než černé uhlí. Kromě uhlíku obsahuje velké množství příměsí – především různých popelovin a síry, obvykle také mnoho vody. Nejmladší a nejméně karbonizované hnědé uhlí se nazývá lignit. Chemicky se jedná především o makromolekulární komplex polyelektrolytů (např. huminových kyselin), polysacharidů, polyaromátů, uhlíkových řetězců se sirnými a dusíkatými skupinami a kyslíkatými články. Těží se povrchově v lomu.
- **Černé uhlí** (zvané někdy také kamenné uhlí) je druh sedimentární horniny, řadí se mezi uhlí.[1] Vznikla z organického materiálu v prvohorách a druhohorách. Jedná se o hořlavou surovinu, jež se používá především jako palivo pro získávání tepla a energie. Řadí se mezi neobnovitelné zdroje.[2] Nachází se nerovnoměrně rozložené na celém zemském povrchu v nejsvrchnější zemské kůře. Tato ložiska dosahují různé mocnosti a kvality černého uhlí, která je závislá na stupni přeměny organického materiálu a době prouhelnění. Černé uhlí obsahuje 74 - 91 % uhlíku (jiné zdroje uvádějí 75 až 95 % [3]). Obsah uhlíku je závislý na typu (tzv. Cdaf). Charakteristické jsou i prouhelňovací skoky a změna lesku a páskování během vývoje. Při popisu černého uhlí se využívají názvy černouhelná hemifáze, černouhelná ortofáze a černouhelná metafáze, čímž se vyjadřuje zastoupení uhlíku. S nárůstem obsahu uhlíku současně dochází k poklesu prachové složky. Každé uhlí obsahuje nespalitelné a spalitelné minerální složky o různém zastoupení v závislosti na typu. Mezi nejvýznamnější patří vodík (okolo 3 %), dusík, kyslík (3 %), síra (0,5 až 1,25 % [4]), a malé procento vody.
- **Antracit** je druh černého uhlí, který se vyznačuje nejnižším obsahem těkavých hořlavých látek

### Zemní plyn

- V podzemních ložiskách může ropu doprovázet zemní plyn, avšak jsou známá i čistě plynová ložiska. Jedná se o směs plynů, převážně **methanu CH<sub>4</sub>**, ale i nižších alkanů **oxidu uhličitého CO<sub>2</sub>**, **dusíku N<sub>2</sub>** a případně i **helia He** (zemní plyn je takřka jediným zdrojem helia na Zemi).
- Zemní plyn je často pro svoji výhřevnost využíván jako palivo a **zdroj energie**, jelikož není na rozdíl od svítiplynu jedovatý, našel použití i v domácnostech

**Primární benzín** = benzín získaný destilací



**Sekundární benzín** = získaný jinými způsoby (synteticky, krakováním atd)

- **Rašelina**

- Částečně rozložený nahromaděný materiál, použití v kosmetice (zábaly) a jako palivo, v zahradnictví (humus+ zadržuje vodu), potravinářství (při výrobě whiskey), izolace, akvaristika

## 20.

### Nenasycené uhlovodíky a areny

#### Alkeny:


- Nenasycené uhlovodíky
- S jednou dvojnou vazbou mezi atomy C
- Alifatické sloučeniny
  - Neobsahují aromatické cykly
- Názvosloví:
  - koncovka: –en–např. ethen, buten, ...
  - vazba: dvojná–mezi dvěma atomy uhlíku–z uhlíku vycházejí dvě jednoduché vazby a jedna dvojná vazba
  - vazebný úhel: 120
- Obecný vzorec:  $C_nH_{2n}$  n... celé kladné číslo–např. n= 6 (hexen):  $C_6H_{12}$
- Typické reakce:
  - Katalytická hydrogenace
    - Reakce s vodíkem za přítomnosti katalyzátoru
    - Zánik dvojná vazby a vznik alkanu
    - Alken + vodík = alkan
  - Elektrofilní adice
  - Hydrohalogenace
- Ethen(ethylen)  $C_2H_4$ 
  - Výskyt: v ropě, zemním plynu, koksárenském plynu
  - Vlastnosti: bezbarvý, extrémně hořlavý plyn, nasládlé vůně–v určitém poměru vytváří se vzduchem výbušnou směs
  - Využití: –Jako hormon urychlující zrání ovoce–základní surovina v chem. průmyslu (např. polyethylen)
  - Uhlovodíkový zbytek je ethenyl (vinyl)
- Propen (propylen)  $C_3H_6$   $CH_2=CH-CH_3$ 
  - Výskyt: v ropě
  - Vlastnosti: bezbarvý, vysoce hořlavý plyn, bez zápachu
  - Využití: výroba polypropylenu  $CH_2-CH_3$
- Buten  $C_4H_8$   $C=C$ 
  - –surovina pro výrobu syntetického kaučuku, leteckého benzínu

#### Alkyny:

- $C_nH_{2n-2}$
- nenasycené acyklické uhlovodíky s trojnou vazbou
- odvozeny od alkanů + koncovka –YN
- uhlíkový řetězec číslujeme tak, aby uhlíky s trojnou vazbou měli co nejmenší číslo.
- Vlastnosti:
  - mají vyšší teploty tání a varu než u příslušných alkanů a alkenů
  - hořlavé
  - nerozpustné ve vodě
  - převážně plynné
  - jsou méně stabilní a reaktivnější než alkany a alkeny
  - Reagují se silnými bázemi za vzniku acetylidů kovů
    - $2 RC\equiv CH + 2 Na \rightarrow 2 RC\equiv CNa + H_2$
- ZÁSTUPCI :
  - Ethyn (acetylen):
    - bezbarvý plyn, bez zápachu, ve směsi se vzduchem vybuchuje

- používá se při svařování (s kyslíkem vytváří speciální plamen), řezání kovů
- ocelové láhve
- využití: karbidové lampy (/Maďarsko, Anglie –pouliční osvětlení)
- průmyslová surovina pro výrobu mnoha organických sloučenin, např. acetaldehydu, vinyl chloridu (chlorethen)

### Alkadieny:

- Jsou to uhlovodíky, které mají v molekule s otevřeným řetězcem mezi atomy uhlíku dvě dvojně vazby .
- Koncovka: -dien
- Obecný vzorec:  $C_nH_{2n-2}$
- U dienů rozlišujeme 3 typy podle rozdělení vazeb v řetězci:
  - Vazby kumulované  $C=C=C-C$  (vazby se kumulují u sebe)
  - Konjugované vazby  $C=C-C=C$  (mezi dvojnými vazbami je jednoduchá)
  - Izolované vazby  $C=C-C-C=C$  (dvojně vazby jsou oddělené minimálně 2 jednoduchými)
- Buta-1,3-dien  $CH_2=CH-CH=CH_2$ 
  - plynná látka
  - výroba syntetického kaučuku
- 2-methyl-buta-1,3-dien  $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$ 
  - 
  - Triviálně isopren
  - Bezbarvá, prchavá kapalina, velmi hořlavá
  - Slouží jako stavební jednotka isoprenoidů
  - Získává se při kastrování ropy a nafty
  - Použití k syntetizaci cis-1,4-polyisopren (hlavní složka přírodního kaučuku)
  - Ještě z něj lze vyrábět gutaperču ( trans-1,4-polyisoprenem)

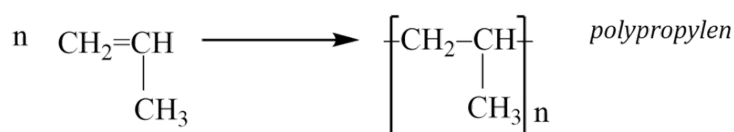
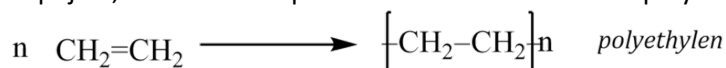
### Markovnikovo Pravidlo

- Pravidlo, které říká, že když se rozkládá dvojná vazba, například kyselinou nebo vodou, tak se vodík z té kyseliny naváže na ten uhlík dvojně vazby, který má na sobě více vodíků, zatímco ta druhá část se naváže na ten druhý uhlík, kde je méně vodíků



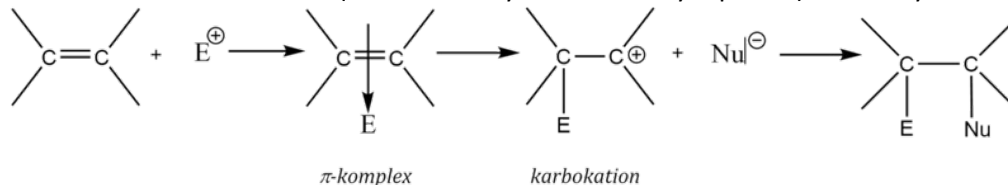
### Polymerizace

- Reakce, při níž z monomerů vznikají dlouhé polymerové řetězce
- Musí dojít k rozštěpení dvojných vazeb a přenosu elektronů na kraje tak, aby umožnili napojení, dalšího rozštěpeného monomeru za vzniku polymeru

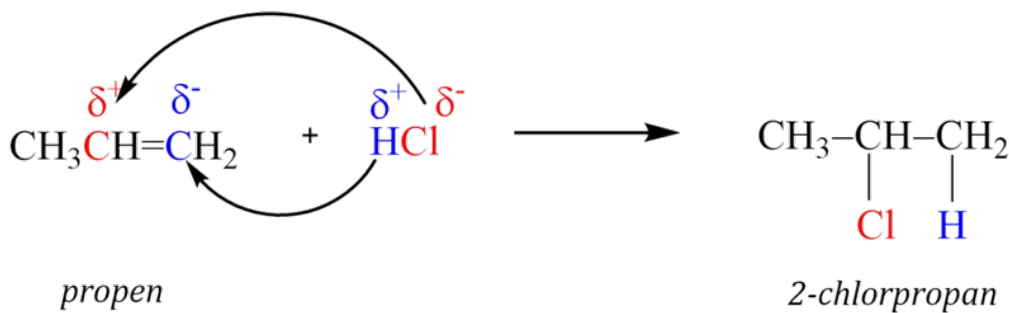


### Adice Elektrofilní

- o Elektrofilní adice je typ adiční reakce, při níž dochází k rozpadu  $\pi$ -vazby mezi dvěma uhlíky na dvě  $\sigma$ -vazby. Nezbytným předpokladem reakce je proto výskyt násobné vazby v reaktantu, elektrofilní adice je typická pro nenasycené uhlovodíky (alkeny a alkyny). Druhým reaktantem, jak vyplývá z mechanismu, je sloučenina, která dokáže disociovat na kladnou a zápornou částici (např. voda, halogenovodíky, halogeny v přítomnosti Lewisovy kyseliny jako katalyzátoru a podobně)
- o Mechanismus elektrofilní adice je dvoustupňový. V prvním stupni dochází k navázání elektrofilní částice na  $\pi$ -vazbu. Elektronový pár dvojné vazby vytvoří vazbu s kladnou částicí a na druhém uhlíku dvojné vazby se vytvoří částečný náboj. Ve druhém kroku dochází k navázání nukleofilní částice (částice s volným elektronovým párem) na kladný uhlík.



o



o

### Isoprenoidy

- Isoprenoidy jsou druhým typem lipidních přírodních látek (vedle lipidů).
- Základ je více izoprenových jednotek
- Čistý isopren se ale v přírodě téměř nevyskytuje, v přírodě je pouze ve formě isopentenylového zbytku
- Nemůžeme tedy isoprenoidy reálně od isoprenu odvodit, jsou mu pouze podobné.
- Isoprenoidy dělíme na **terpeny** a na **steroidy**
- **Terpeny:**
  - Terpeny jsou organické sloučeniny převážně rostlinného původu. Jejich molekuly se skládají ze dvou nebo více isoprenových jednotek, a proto patří mezi isoprenoidy. Dělení podle struktury:
    - acyklické
    - cyklické
  - Dělení podle počtu isoprenových jednotek:
    - monoterpeny – 2 molekuly isoprenu
      - o vzorec  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$  (plus tu může být kyslík nebo OH)
      - o cyklické i acyklické
      - o 2 izoprenové podjednotky, v přírodě časté, těkavé, vonné
      - o limonen (pomerančová kůra), kafr (kávovník), menthol (máta peprná), beta-pinen (borovice), geraniol (růže)
    - seskviterpeny – 3 molekuly isoprenu
      - o mol.vzorec  $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$

- 3 isoprenové jednotky
- Cyklické i acyklické
- Jejich deriváty = terpenoidy
- Longifenol, kadinen, zingiberen ( zázvorový olej), humulen (v chmelu), kyselina abscisová (stárnutí listů)
- diterpeny – 4 molekuly isoprenu
  - C<sub>20</sub>H<sub>32</sub>
  - 4 podjednotky isoprenu
  - Antimikrobiotické a protizánětlivé účinky
  - Kafestol, kyselina abietová, steviol, tiamulin, taxadien
  - Fytol (v chlorofylu, syntéza vitamínu E a K1), retinol (vitamín A1, nutný pro dobrý zrak, potřebný pro syntézu rodopsinu (zrakový pigment))
- triterpeny – 6 molekul isoprenu
  - C<sub>30</sub>H<sub>48</sub>
  - 6 isopren podjednotek
  - Ambrein, skvalen, kyselina ganoderová
- tetraterpeny – 8 molekul isoprenu
  - C<sub>40</sub>H<sub>64</sub>
  - 8 podjednotek
  - Lykopen
  - Karotenoidy karoteny a xanthofyly ( pomocná fotosyntetická barviva chrání buňku před nebezpečným UV a sbírají energii, kterou pak předávají do fotokomplexu 2// Xantofyly mohou za podzimní zbarvení listů)
- polyterpeny – velký počet molekul isoprenu
  - latex
  - gutaperča
- Terpeny jsou podstatnou součástí silic (éterických olejů). Jsou to těkavé vonné látky obsažené v listech, plodech, květech, oddencích i kořenech rostlin. Také rostlinné pryskyřice obsahují látky terpenické povahy

silice	rostlina
Mátová	Máta peprná
Kafrová	Kafrovník
Citrónová	Citroník
Eukalyptová	Blahovičník

- **Steroidy:**

- Vznikají oxidací terpenů. Jsou to deriváty **steranu**, tedy cyklopentanoperhydrofenantrenu. Vznik oxidací terpenů.
- Steroly
  - Organické chem látky ze skupiny steroidů s hydroxylovou skupinou
  - Bežně se vyskytují v eukaryotních buňkách
  - Cholesterol-pomáhá zpracovávat tuky, důležitý při tvorbě vyšších eukaryot membrány, důležitý pro tvorbu hormonů a vitamínu D.Vysoká koncentrace způsobuje srdeční onemocnění. V těle se váže na proteiny a tvoří lipoproteiny(HDL, LDL,VLDL)
  - Ergosterol= u nižších eukaryot v membráně
- Žlučové kyseliny
  - Vznik= oxidací cholesterolu

- Ve žluči, trávení lipidů a odstraňování cholesterolu z těla
- kyselina cholová= jedna z hlavních součástí žluči, syntéza v játrech
- Steroidní hormony
  - Lipofilní povaha, vznik z cholesterolu steroidogenezí
  - Testosteron- mužský pohlavní hormon, vznik v Leydigových buňkách ve varlatech a v nadledvinkách, stimuluje vývoj muže (tělesný)
  - Estradiol- ženský pohlavní hormon, syntetizován z testosteronu-zahajuje ovulaci, růst pohlavních orgánů u žen
  - Progesteron= ženský pohlavní hormon, ve žlutém tělísku nebo placentou, (nadledviny a varlata-jen velmi slabě), připravuje ženu na těhotenství, porod a mateřství- mléčné žlázy, děložní zátka, růst děložní sliznice
  - Kortison-hormon, kůra nadledvin, jeden ze stresových hormonů
  - Kortikosteron-hormon, glukokortikoid, prekurzor aldosteronu
- Steroidní glykosidy
  - Steranový cyklus + cukr
  - V jedovatých kytkách
  - V menších dávkách posilují srdeční činnost
  - Digitoxin- ze semen náprstníčku, součást léků na srdce, některé digitoxiny jsou i ve zvířecích jidech

## Areny

- **Aromaticita**
  - Aromaticita a antiaromaticita jsou vlastnosti určující aromatické uhlovodíky (areny) a antiaromatické uhlovodíky. Jsou známy i aromatické heterocyklické sloučeniny.
  - Aromatické sloučeniny musí splňovat následující podmínky:
    - planární (rovinná) cyklická molekula
    - konjugovaný systém dvojných vazeb (mezomerní struktury)
    - počet  $\pi$ -elektronů odpovídající Hückelovu pravidlu  $4n+2$ , kde  $n$  je 0 nebo kladné celé číslo
  - Existují také velmi reaktivní antiaromatické sloučeniny. Splňují první dva body aromaticity, ale liší se v počtu  $\pi$  elektronů, který je roven  $4n$  (všimněte si nepárových elektronů ve schématu molekulových orbitalů).
- **Delokalizované elektrony**
  - Vazba vzniká překryvem dvou orbitalů  $p$  tak, že největší elektronová hustota není na spojnici jader obou atomů účastnících se vazby, ale nad nebo pod touto spojnici (viz schematicky obr. 68). Přímo na spojnici obou jader je elektronová hustota nulová. Překryvem dvou orbitalů  $p$  vzniká vazebný molekulový orbital, který je příčinou vzniku pohyblivé vazby (delokalizované vazby).
- **kritéria aromaticity:**
  - **Aromaticita a antiaromaticita** jsou vlastnosti určující aromatické uhlovodíky (areny) a antiaromatické uhlovodíky. Jsou známy i aromatické heterocyklické sloučeniny.
  - Aromatické sloučeniny musí splňovat následující podmínky:
    - planární (rovinná) cyklická molekula
    - konjugovaný systém dvojných vazeb (mezomerní struktury)
    - počet  $\pi$ -elektronů odpovídající Hückelovu pravidlu  $4n+2$ , kde  $n$  je 0 nebo kladné celé číslo
- **Hückelovo pravidlo**
  - **pravidlo  $4n+2$**

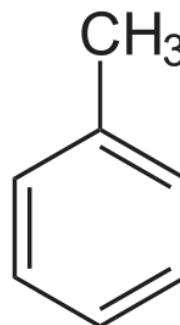
## Benzen

- organická sloučenina (uhlovodík patřící mezi areny), se sladkým zápachem. Při pokojové teplotě je to bezbarvá, hořlavá a toxická kapalina známá svými karcinogenními účinky.

- Benzen má menší hustotu než voda a ve vodě je jen málo rozpustný. Hořením se uvolňují saze. Uhlovodíkový zbytek vytvořený od benzenu se nazývá fenyl. V přírodě se benzen vyskytuje např. v ropě.

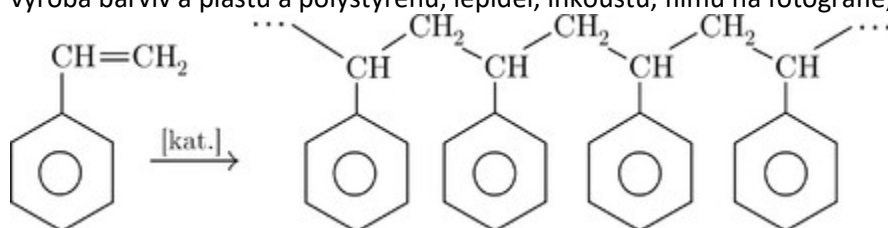
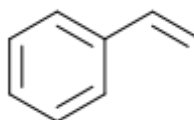
### Toulen

- Čirý
- Ve vodě nerozpustný, zdraví škodlivý
- Aromatický uhlovodík
- Jeho páry se vzduchem tvoří třaskavinu
- Připravuje se reakcí benzenu s chloromethanem
- $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{HCl}$
- Náplň do teploměrů, TNT, zvyšování oktanového čísla, lepidla a leštidla,
- Rozpouštědla
- Nízká toxicita, tlumivé účinky na CNS, rychle metabolizuje, droga



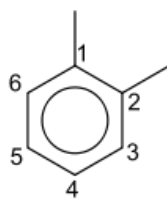
### Syren

- Vinylbenzen
- Významná aromatická průmyslová chemikálie
- Bezbarvá, nasládle zapáchající kapalina
- Těkavá, na vzduchu tvoří peroxidy, které působí jako katalyzátor její polymerace
- Styren se musí stabilizovat, aby samovolně nepolymeroval (např: hydrochinonem)
- dobře rozpustný v organických rozpouštědlech
- výroba barviv a plastů a polystyrenu, lepidel, inkoustu, filmu na fotografie,..

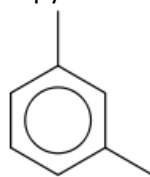


### Xylen

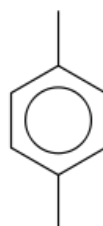
- Směs tří izomerů dimethylbenzenu a to orto, para a meta
- rozpouštědlo
- bezbarvá kapalina, hořlavá
- získává se reformováním ropy



1,2-dimethylbenzene  
(ortho-xylene)



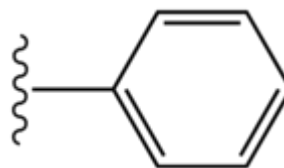
1,3-dimethylbenzene  
(meta-xylene)



1,4-dimethylbenzene  
(para-xylene)

### Fenyl

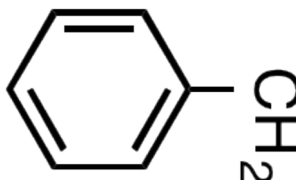
- zbytek od benzenu
- Velmi stabilní

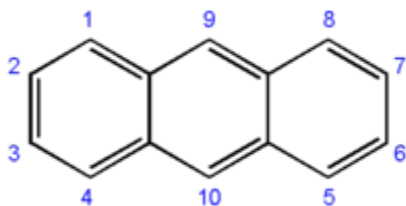


### Benzyl

- Uhlovodíkový zbytek od toulenu

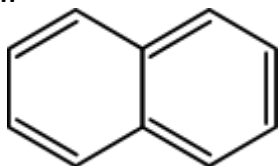
### Antracen





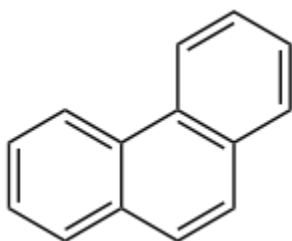
- 
- Polyaromatický uhlovodík
- Používá se k výrobě alizarinu (červené organické barvivo)
- Dále se z něj dělá fenanthren, karbazol, antrrachinon
- Užívá se jako rozpouštědlo pesticidů a biocidů
- Toxický, karcinogenní

#### Naftalen



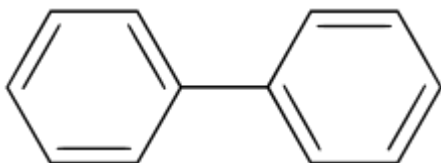
- 
- Bílá, krystalická látka, aromatická
- Příklad: přísada do kuliček proti molům
- Slabé narkotické účinky
- Získá se z dehtu
- Použití: dezinfikace, insekticid, výroba barviv

#### Fenanthren



- 
- Izomer anthracenu
- Barviva, vybusniny, složka dehtu, při primární destilaci
- Toxická látka, akumuluje se ve vodních organismech a dlouho nerozpadá
- Způsobuje fotosenzitivitu nebo hemolýzu krvinek

#### Bifenylyl



- 
- Bezbarvé krystaly, příjemná vůně
- Používá se k výrobě elmuátorů, optických zjasňovačů a plastů
- Brání růstu plísní a hub, je to konzervant

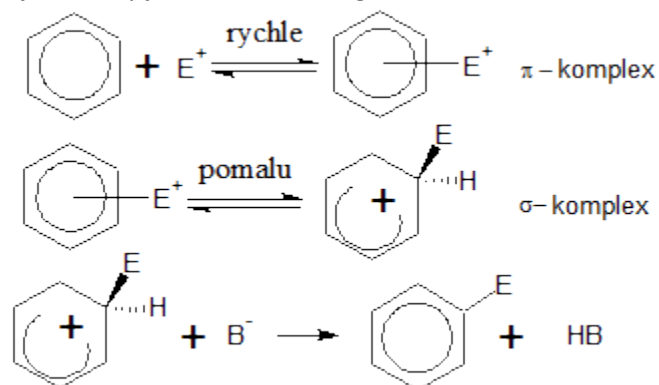
#### Reakce arenů

- Oxidace
  - Navázání kyslíku na aren: př= oxidace toluenu
- Elektrofílní substituce
  - substituci arenů do prvního stupně považujeme takovou substituci, při které dochází k navázání substituentu na aromatické jádro. Aby se jednalo o SE do prvního stupně, musí být aren bez substituentů.
  - Elektrofílní substituce probíhá ve 3 fázích. V první fázi reaguje benzen s kationtem E<sup>+</sup>, tedy s elektrofilním činidlem. Touto reakcí, která probíhá velice rychle, vzniká π



komplex (viz. první rovnice). V následující fázi dochází k vytvoření kovalentní vazby na některý z uhlíkových atomů benzenu. Tento krok je většinou pomalý. Určuje ale celkovou rychlost celé reakce. Vzniklý produkt se označuje jako  $\sigma$  komplex a je charakteristický tím, že benzen v něm má narušený kruh nelokalizovaných elektronů (viz. druhá rovnice). Tímto způsobem se označuje, že jeden z atomů přešel z hybridního stavu  $sp^2$  do hybridního stavu  $sp^3$ . Ve třetí fázi dochází k odtržení protonu  $H^+$  díky přítomnosti báze v systému. Tímto krokem se uhlík v hybridním stavu  $sp^3$  vrací zpět do  $sp^2$ . Tímto se zároveň obnovuje kruh nelokalizovaných elektronů a tedy i aromatický charakter celého cyklu.

- Toto je průběh SE do prvního stupně. SE do druhého stupně probíhá navázáním skupiny na jádro, kdy je celá reakce dirigována substituentem 1, v našem případě

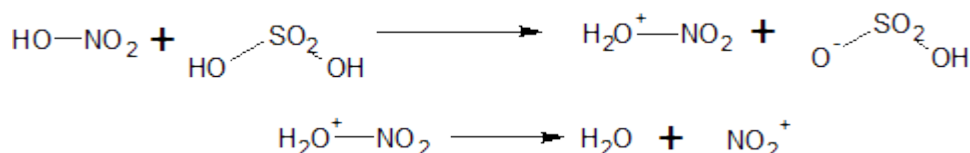


obecně E.

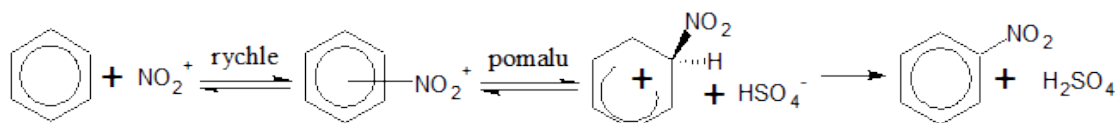
- Probíhá to přes 2 kroky: vytvoření  $\pi$  komplexu, poté sigma komplexu a nakonec vznikne výsledný derivát

#### • Nitrace

- Je to typ substituce elektrofilní
- je zapotřebí vytvoření nitroniového kationu  $^+NO_2$ . Ten se vytváří z **nitrační směsi**. Zjednodušeně tato reakce běží takto:  $HNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2O + ^+NO_2 + HSO_4^- \rightarrow H_2O + NO_2^+$ . Dochází při ní k protonizaci kyseliny dusičné kyselinou sírovou.

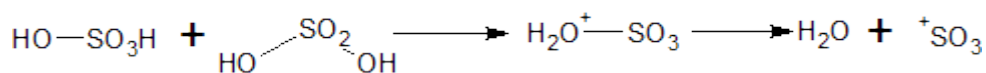


- 
- 



#### • Sulfonace

- Další typ elektrofilní substituce
- Další způsob elektrofilní substituce je **sulfonace**. Ta probíhá navázáním  $^+SO_3H$  (anion by navázat nešel). Tento kation se získává autoprotolýzou kyseliny sírové:



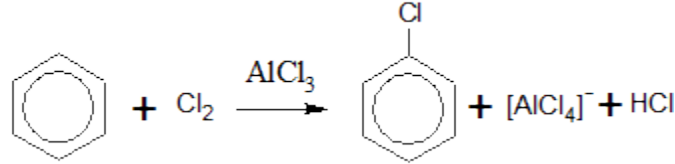
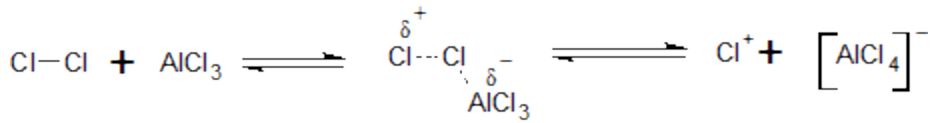
- 
- 

Na rozdíl od nitrace je sulfonace vratnou reakcí. K **desulfonaci** dochází především za vyšších teplot a nebo při nižších koncentracích  $^+SO_3H$ .

#### • Halogenizace

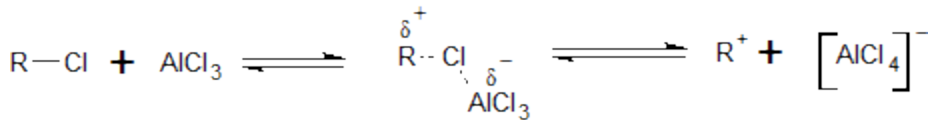
- Třetí reakcí je **halogenizace**. Ta probíhá na stejném principu u fluorace, chlorace, bromace, prostě se na aromatické jádro navazuje  $X^+$ . Nejběžnější je ale bromace a chlorace. Přímá fluorace se prakticky neprovádí a to díky značné bouřlivosti celé

reakce. Jodace se neprovádí, protože je reversibilní. Nejprve se opět musí připravit elektrofilní činidlo. Při samotné substituci se uplatňují jako katalyzátory Lewisovy kyseliny.



- Alkylace

- Poslední možností  $S_E$  je **alkylace**. Používá se při ní karbokation s obecným vzorcem  $R^+$ , který se získává z halogenderivátů. I zde se uplatňují jako katalyzátory Lewisovy kyseliny. Reaktivita alkylhalogenidů klesá od fluoridu k jodidu a proto jsou alkyljodidy nejméně vhodné. Snadnost vytvoření i stabilita karbokationtu závisí na tom, na jaký uhlík je atom halogenu navázán. Nejstabilnější jsou halogenidy navázané na terciární uhlíky.

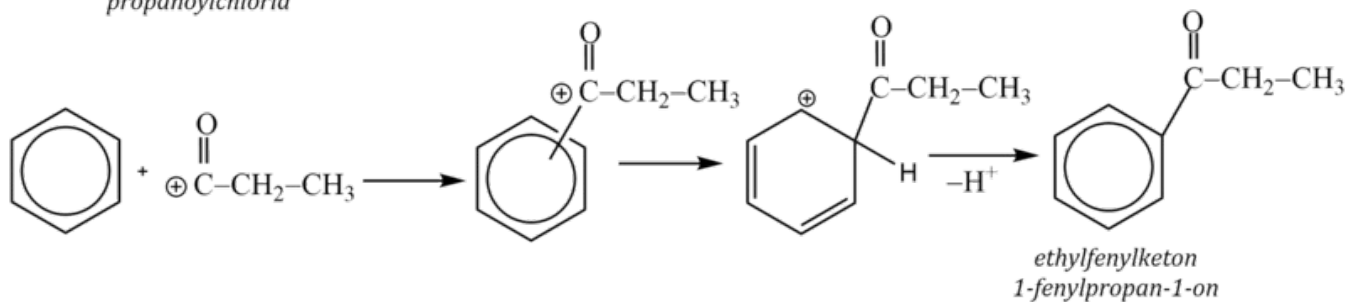
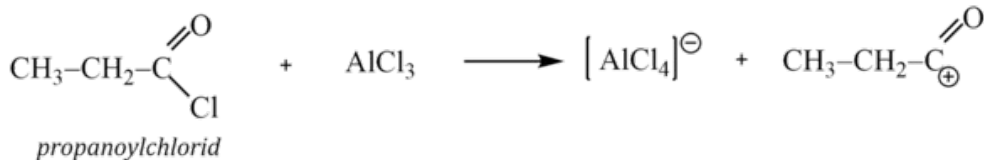
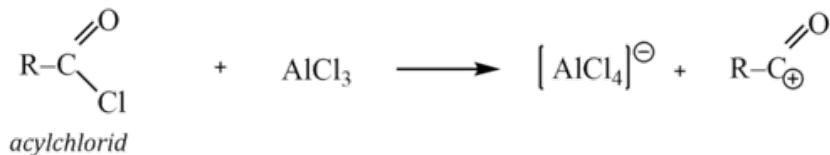


- Při alkylacích pomocí primárních alkylhalogenidů může docházet k izomerii. Mohou se vytvářet více druhů karbokationtů. Stabilnější je vždy ten, u kterého je možné vzniklý náboj, snížit elektronovým posunem, který je vždy silnější, pokud je umožněn z více stran. Bude se tedy přesmykem vytvářet z primárního karbokationtu sekundární, který je stabilnější.



- Acylace

- Acylačními reakcemi se do molekuly arenů zavádí **acylová skupina  $R-\text{CO}-$** . Při reakci tak vznikají **alkylarylketony**. Jako **acylační činidla** se používají funkční deriváty karboxylových kyselin, jako **acylhalogenidy** ( $\text{RCOX}$ ), **anhydridy** ( $(\text{RCO})_2\text{O}$ ) nebo samotné **karboxylové kyseliny** ( $\text{RCOOH}$ ).
- Jako katalyzátory se používají Lewisovy kyseliny ( $\text{AlX}_3$ ).

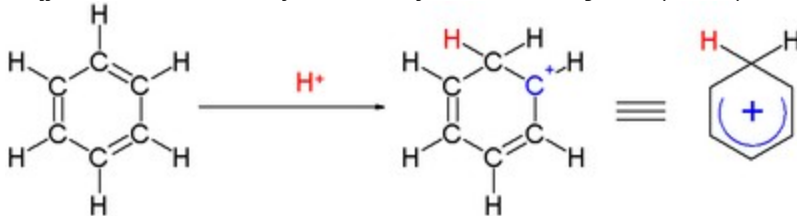


- Protože u acylací nedochází k izomeracím, lze Friedelovy-Craftsovy acylace využít k zavedení lineárního alkylového řetězce do aromatického systému.

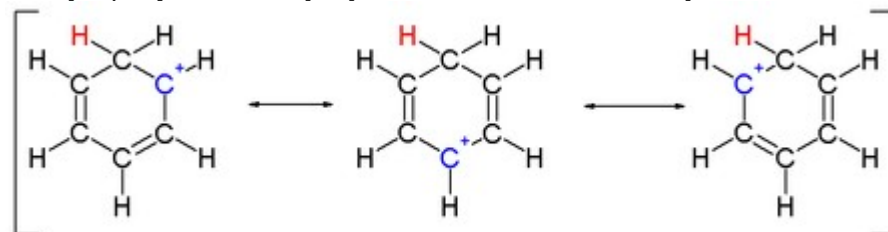
○

### Areniový iont (sigma komplex)

- **Arenium**, též **areniový ion** je cyklohexadienylový kationt, který vzniká jako reaktivní meziprodukt při elektrofilní aromatické substituci.<sup>[1]</sup> Z historických důvodů bývá také nazýván **Whelandův meziprodukt**<sup>[2]</sup> nebo **sigma komplex** či **σ komplex**. Nejjednodušším takovým iontem je **benzeniový ion** ( $\text{C}_6\text{H}_7^+$ ), což je protonovaný benzen.



- Dva atomy vodíku navázané na jeden uhlík se nacházejí v jedné rovině společně s benzenovým jádrem.<sup>[3]</sup> Arenium narozdíl od benzenu není aromatická látka; je ovšem poměrně stabilní díky delokalizaci: kladný náboj je delokalizován nad třemi uhlíkovými atomy v π systému, tak jak je to zobrazeno na následujícím obrázku:



### Π komplex

- Chvilu v elektrofilní substituci, kdy kladná částice vytvoří vazbu s Π elektrony dvojných vazeb

### Polymerace

- Lze polymerizovat pouze areny, které na sobě mají uhlovodíkový zbytek s dvojnou nebo trojnou vazbou, samotné benzenové jádro se nemůže polymerovat, protože by ztratilo aromaticitu, příklad polymeru je polystyren

### Kondenzované a nekondenzované areny

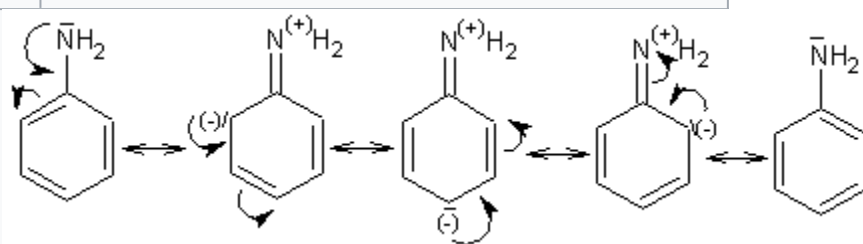
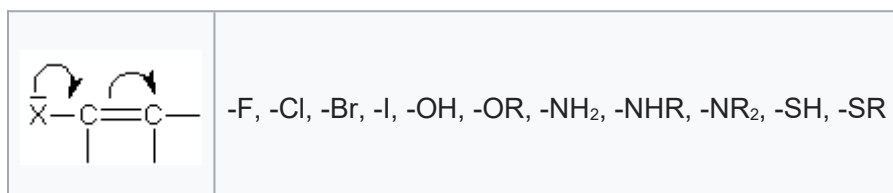
- Kondenzované areny jsou areny co mají více benzenových jader u sebe= antracen, naftalen,...

## Indukční a mesomerní efekt

**Mezomerní efekt** nebo též **rezonanční či konjugační efekt** je vlastnost substituentů nebo funkčních skupin v chemických sloučeninách. Tyto substituenty způsobují posun volných elektronových párů nebo  $\pi$ -elektronů konjugovaného systému dvojných vazeb. Vznikají rezonanční struktury

## Kladný mezomerní efekt

Substituenty, které *odávají* do konjugace elektrony, vykazují *kladný* mezomerní efekt **+M**. Mají volné elektronové páry.

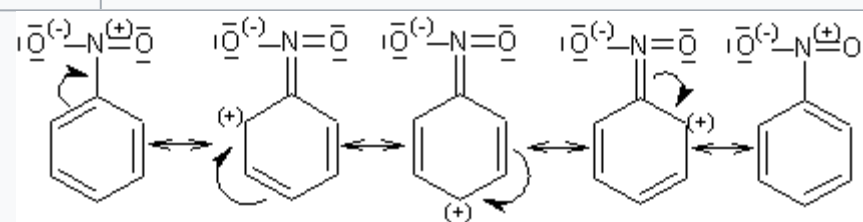
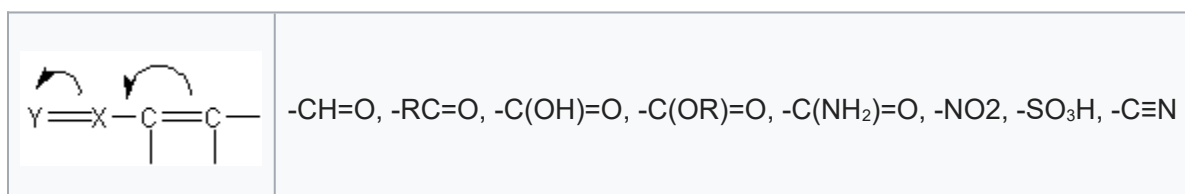


Rezonance anilinu: atom dusíku dodává do konjugace svůj volný elektronový pár

Díky tomuto vznikají místa pro navázání elektrofilu v pozici orto a para

## Záporný mezomerní efekt

Substituenty, které *odebírají* elektrony, vykazují *záporný* mezomerní efekt. Obsahují polarizovanou násobnou vazbu.



Díky tomuto efektu vznikají místa pro navázání elektrofilu v pozici meta

## Indukční efekt

V řadě organických sloučenin se vyskytují polární vazby. K jejich vzniku dochází tehdy, když je na atom uhlíku vázán atom prvku, který má vyšší nebo nižší elektronegativitu než on sám. Čím je rozdíl elektronegativit větší, tím je vazba polárnější.

$C^{\delta+} - Cl^{\delta-}$  atom halogenu má větší elektronegativitu než atom uhlíku

$C^{\delta-} - Li^{\delta+}$  atom lithia má elektronegativitu menší než atom uhlíku

Pokud uhlíkový atom vytvoří vazbu s prvkem, který má v porovnání s ním nižší elektronegativitu, získá parciální záporný náboj ( $\delta_1^-$ ). Tento atom uhlíku je vůči sousednímu uhlíkovému atomu elektronově přesycen, a proto na něj část své elektronové hustoty přesune ( $\delta_2^-$ ). Obdobná je i situace mezi druhým a třetím uhlíkem, s tím rozdílem, že posun elektronové hustoty je menší ( $\delta_3^-$ ).

$C^{\delta_3^-} \leftarrow C^{\delta_2^-} \leftarrow C^{\delta_1^-} \leftarrow M$  M – atom elektropozitivního prvku

$\delta_1^- > \delta_2^- > \delta_3^-$

V případě prvku s vyšší elektronegativitou, než má uhlík, dojde k posunu elektronů také, ale opačným směrem.

$C^{\delta_3^+} \rightarrow C^{\delta_2^+} \rightarrow C^{\delta_1^+} \rightarrow X$  X – atom elektronegativnějšího prvku

$\delta_1^+ > \delta_2^+ > \delta_3^+$

Naznačené posuny elektronů, vyvolané přítomností polárně kovalentní vazby, se nazývají **indukční efekt**. Značíme ho symbolem **I**.

Atomy nebo atomové skupiny, které odpuzují vazebné elektrony, mají indukční efekt kladný **+I**. Tyto atomy zvyšují elektronovou hustotu v řetězci.

Atomy nebo atomové skupiny, které přitahují vazebné elektrony, mají indukční efekt záporný **-I**. V důsledku toho elektronovou hustotu v řetězci snižují.

Záporný indukční efekt (-I)	Kladný indukční efekt (+I)
$X^{\delta-} \leftarrow CH_2^{\delta+} \leftarrow CH_2^{\delta_2+} - CH_2 - CH_3$	$Y^{\delta+} \rightarrow CH_2^{\delta-} \rightarrow CH_2^{\delta_2-} - CH_2 - CH_3$
-F > -Cl > -Br > -I	-O > -S
-F > -OH > -NR <sub>2</sub> > -CR <sub>3</sub>	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> > -CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> > -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> > -CH <sub>3</sub>
-C ≡ CH > -CH = CH <sub>2</sub> > -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	
-OH > NH <sub>2</sub>	lonty kovů: Li <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup>

### Substituenti 1. třídy

- Substituenti 1. třídy řídí substituci do poloh orto a para. (2,4,6). Vyznačují se tím, že mají volný elektronový pár. Substituent s volným el. párem pomáhá snížit parciální deficit elektronové hustoty, který je v aromatickém jádře, mezomerním efektem

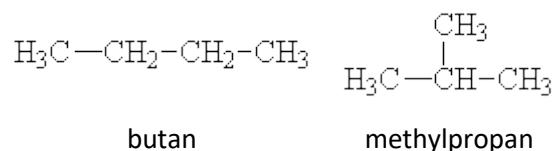
### Substituenti 2. třídy

- Pro substituenty do druhé třídy platí, že působí záporným mezomerním a většinou i záporným indukčním efektem. Prvek blíže aromatického jádra tedy musí mít nižší elektronegativitu (nebo méně volných elektronových párů) než prvek od jádra vzdálenější. Tyto skupiny dirigují substituci do polohy meta (3,5). Na 1. atomu substituenta vzniká deficit elektronů, který se obecně označuje jako kladný parciální náboj a substituent tudíž elektrony odebírá aromatickému jádru. Tímto dojde k posunu π elektronů. V polohách meta proto vznikají záporné parciální náboje, zatímco v polohách para a orto vznikají náboje kladné. Substituenti 2. třídy jsou např.: NO<sub>2</sub>, CHO, COOH, CN, SO<sub>3</sub>H a deriváty COOH. Je třeba ale zdůraznit, že substituenty druhé třídy celkově snižují ochotu aromatického jádra vstupovat do dalších substitucí, což je dáno tím, že snižují elektronovou hustotu na benzenovém jádře. Proto s nimi například Friedel-Craftsova alkylace vůbec neběží.



## I. Izomerie konstituční..... izomery se liší konstitucí

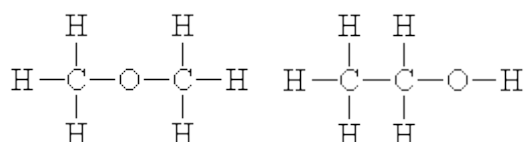
A/řetězová ..... izomery se liší uspořádáním C- řetězce



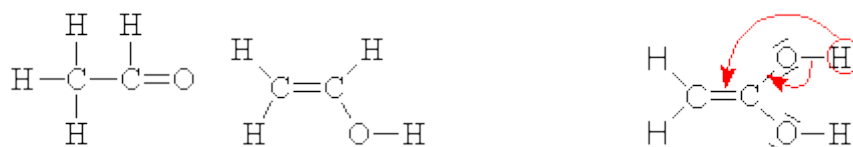
B/polohová..... izomery se liší polohou substituentu na C- řetězci



C/ skupinová.....izomery se liší funkční skupinou



D/ tautomerie..... izomery se liší polohou dvojně vazby a vodíku ( tj. funk. skupinou)



Erlenmayerovo pravidlo:

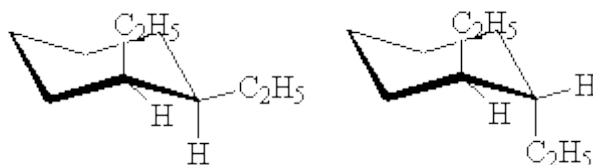
**Hydroxyskupina na uhlíku z kterého vychází dvojná vazba, není zpravidla stálá a přeskupuje se na stabilnější oxoformu.**

Neplatí pro fenol ( stabilizace rezonancí)

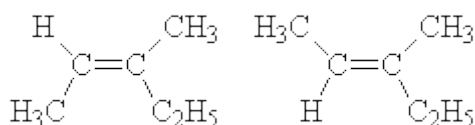


**II. Prostorová izomerie ( stereoizomerie)..... izomery mají stejnou konstituci, liší se konfigurací**

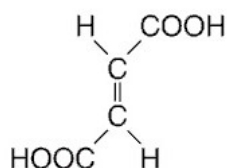
A/ geometrická..... izomery se liší prostorovým uspořádáním substituentů vůči rovině ( rovině kruhu, rovině dvojné vazby)



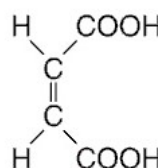
*cis* -1,2-diethylcyklohexan    *trans* -1,2-diethylcyklohexan  
 (Z) -1,2-diethylcyklohexan    (E) -1,2-diethylcyklohexan



*cis* - pent-2-en    *trans* - pent-2-en  
 (Z) - pent-2-en    (E) - pent-2-en

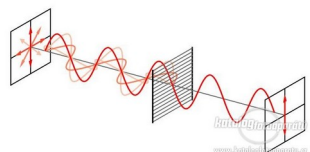


kyselina fumarová



kyselina maleinová

B/ optická..... izomery se liší svým prostorovým uspořádáním vůči rovině zrcadla .....většinu fyzikálních vlastností mají stejných, mají schopnost stáčet rovinu polarizovaného světla; liší se smyslem otáčivosti a velikostí úhlu

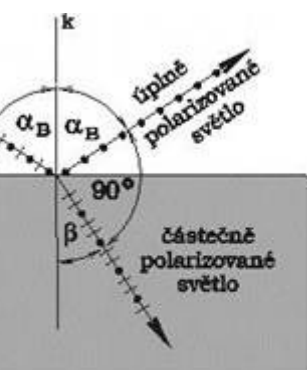


**pojmy optické izomerie**

a/ **polarizované světlo** = světlo, které kmitá pouze v 1 rovině

b/ **polarizátor**..... látka, která má schopnost měnit obyčejné světlo (kmitá v různých rovinách ) na polarizované

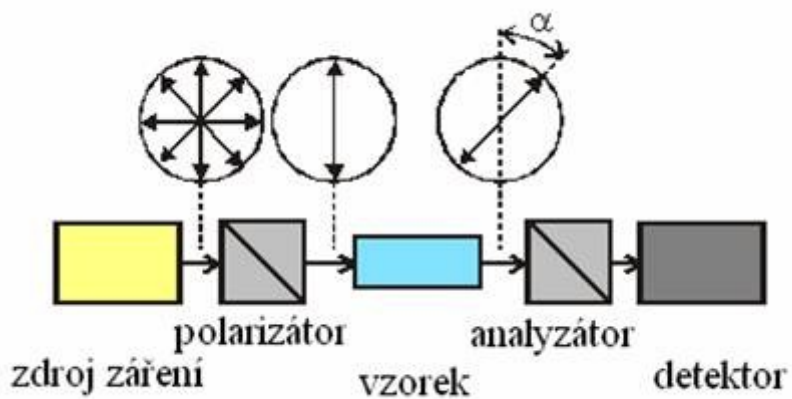
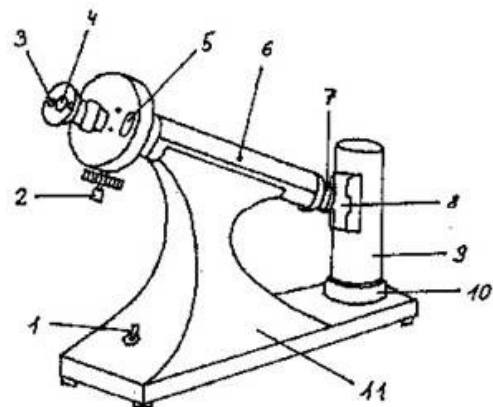
př. Nikolův hranol( hranol z islandského vápence ), organické polymery





c/

**polarimetr** = přístroj na měření optické aktivity



- 1 – vypínač
- 2 – nastavovací kotouč
- 3 – odečítací lupa
- 4 – okulár
- 5 – stupnice a nonius
- 6 – prostor pro květu se vzorkem
- 7 – polarizátor
- 8 – skleněný filtr
- 9 – kryt lampy
- 10 – objímka lampy
- 11 – plášť polarimetru

d/**optická aktivita** – je schopnost látek stáčet rovinu polarizovaného světla doprava ...../ +/  
(pravotočivé)  
doleva ..... /-/  
(levotočivé)

e/ **opticky aktivní látka** = látka, která jeví optickou aktivitu (předpokladem je nesouměrnost její molekuly, tj. není možné najít žádný prvek symetrie ..střed, osu, rovinu souměrnosti, tudíž optické izomery nelze v rovině papíru ztotožnit)

f/ **chirální (asymetrický) uhlík** = C, který nese 4 různé ligandy (nejčastější příčina optické aktivity)  
**počet optických izomerů =  $2^n$**  (n = počet chirálních uhlíků)

g/ **optické antipody** (enantiomery) = dvojice optických izomerů, která stáčí rovinu polarizovaného světla o stejný úhel, ale v opačném smyslu (+, -); jsou si svými zrcadlovými obrazy jako pravá ruka k levé

**pravotočivost ( levotočivost ) se musí změřit (nelze odvodit ze struktury)!!!**

h/ **racemát** = směs optických antipodů v poměru 1 : 1 (opticky inaktivní)

v přírodě vzniká přednostně vždy 1 typ optického izomeru ( D- cukry, L- aminokyseliny )

uměle vyrobené opticky aktivní látky jsou většinou racemáty

ch/ **diastereoizomery** – ostatní optické izomery vzhledem ke dvojici určitých optických antipodů (používá se tam, kde je více chirálních uhlíků)

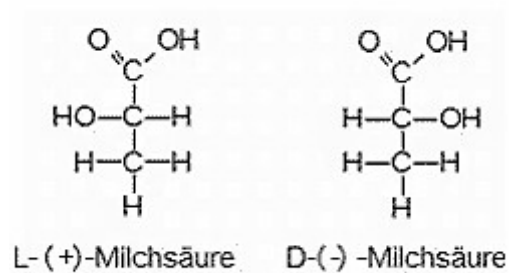
i/ **epimery** - dvojice optických izomerů, které se liší konfigurací pouze na 1 chirálním uhlíku ( anomery u cukrů)

K určování konfigurace opticky aktivních látek se používá **Fischerova projekce**

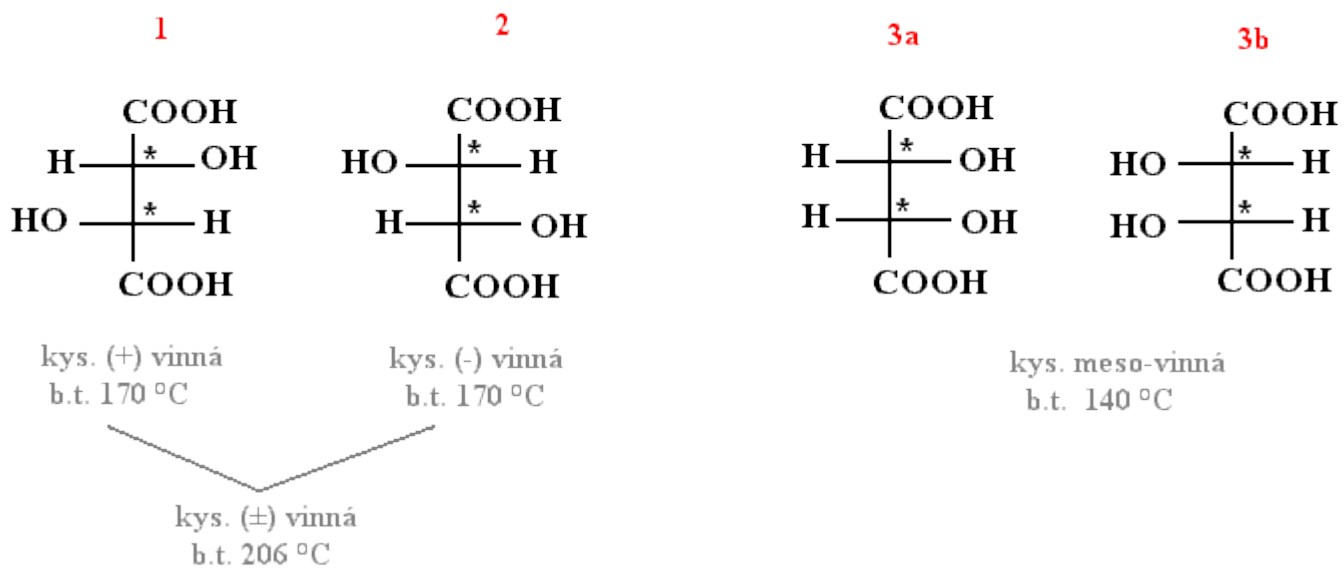
**( C1 nahoru od pozorovatele, C řetězec natáhnout do roviny, 2 rozměrný obraz)**

**ostatní vazby se protínají v pravém úhlu, průsečík představuje chirální C)**

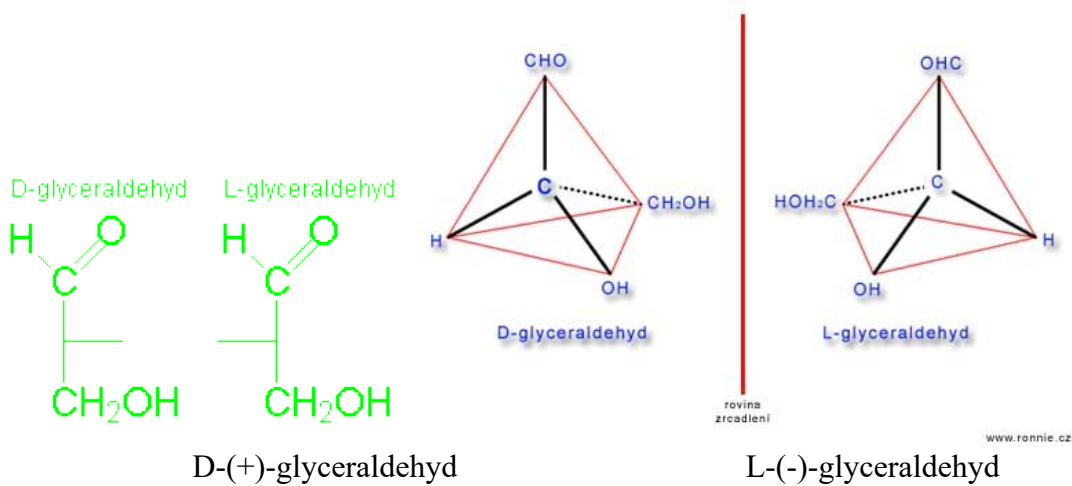
#### Optická izomerie kyseliny mléčné



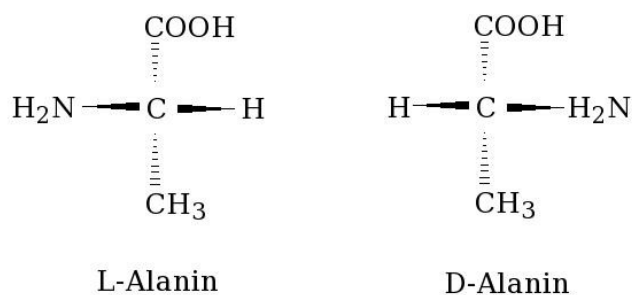
#### Optické izomerie kyseliny vinné

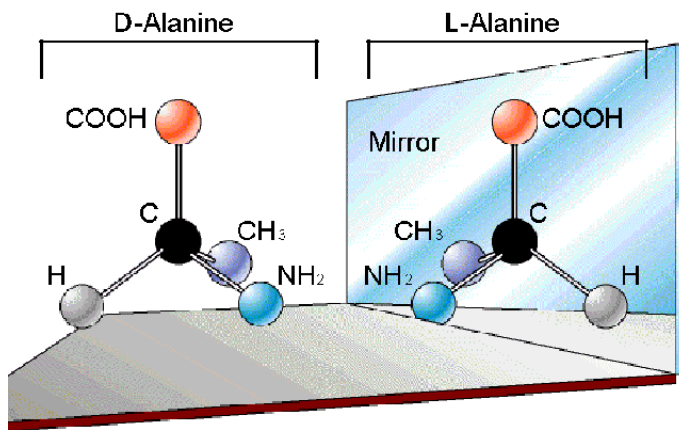


**Optická izomerie glycerinaldehydu**

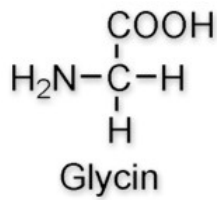


**Optická izomerie aminokyselin**

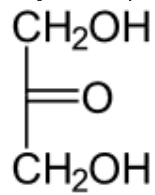




(Karp 1997)

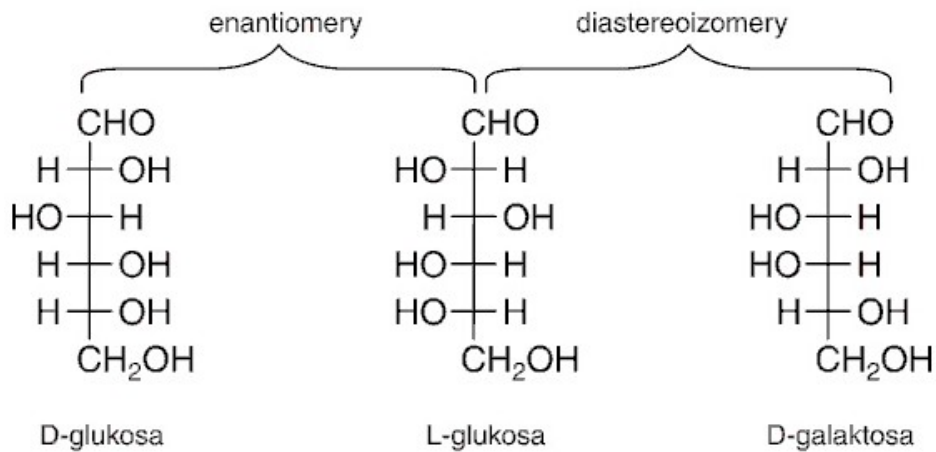


není opticky aktivní

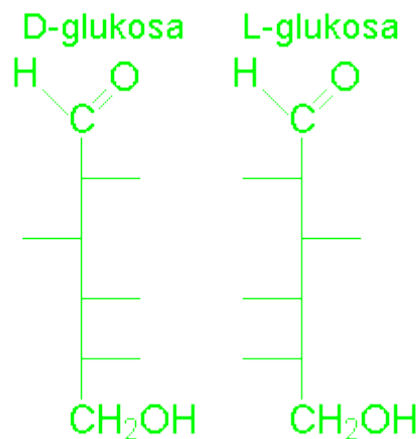


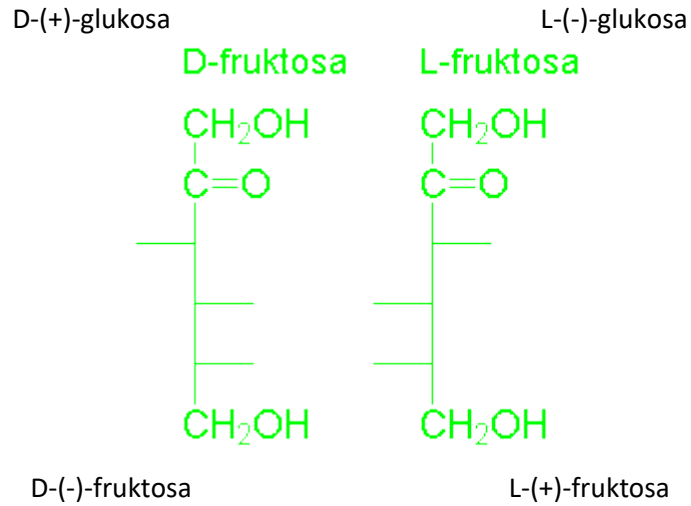
Dihydroxy-  
aceton

**Optická izomerie cukrů**



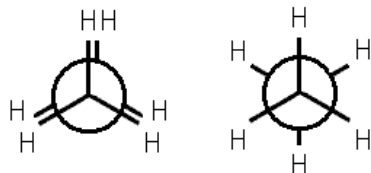
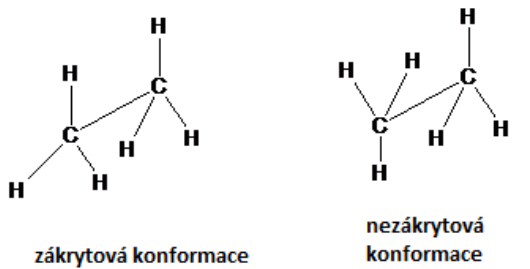
(acyklické struktury)



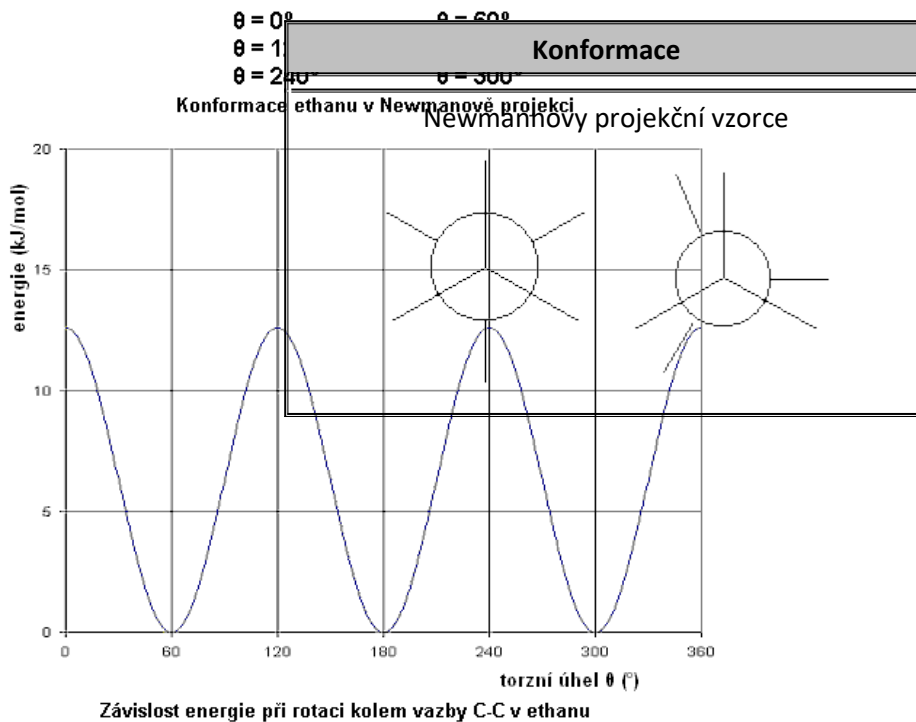


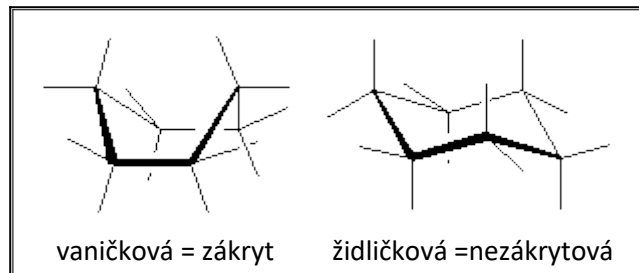
Pozn: **Invertní cukr** (levotočivý) = směs glukózy (pravotočivá) a fruktózy (silně levotočivá) (med) po hydrolýze sacharózy (pravotočivá)

II. Prostorový tvar molekul - Konformace ..... pouze u nasycených sloučenin  
 - různé prostorové uspořádání je způsobeno volnou otáčivostí kolem jednoduchých vazeb

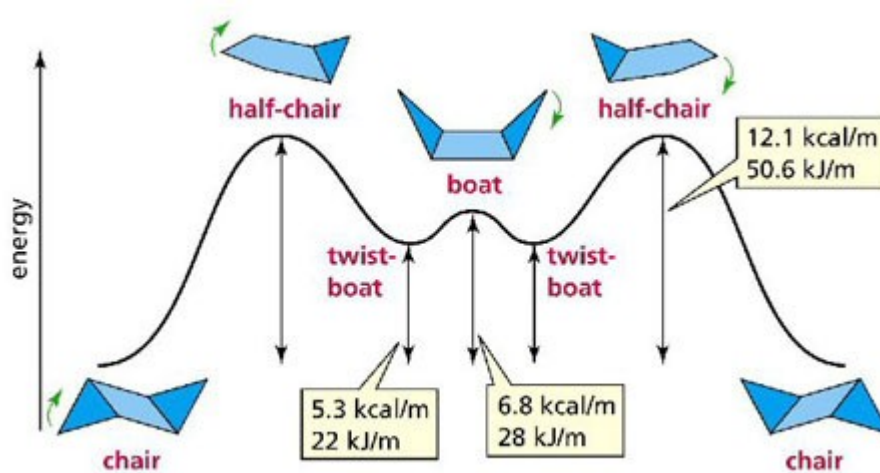


Cyklohexan:





Jednotlivé konformery nelze od sebe oddělit ( nejsou izomery); při nízkých teplotách je pravděpodobnější stabilnější konformace ( nezákrytová)



### III. Prostorový tvar molekul TEORIE HYBRIDIZACE

- vysvětluje tvar molekul (délky a úhly vazeb)
- vychází z toho, že energetickým sjednocením atomových orbitalů vznikají orbitály **hybridní** o stejné energii

#### pravidla hybridizace :

1. Hybridizují se všechny atomové orbitály, které obsahují elektronový pár nebo nepárové elektrony, ať se účastní vazby nebo ne
2. Z těchto orbitalů se nehybridizují ty, které se účastní tvorby vazby  $\pi$

#### **POSTUP PŘI URČOVÁNÍ TYPU HYBRIDIZACE**

1. EK centrálního atomu
2. vyznačení vzniku vazeb s ostatními atomy v mlk
3. označení vazeb sigma,  $\pi$  a určení typu hybridizace
4. přisouzení prostorového tvaru a zohlednění vlivu nevazeb. el. párů

#### **Příklady odvození typu hybridizace**

1. voda ..... lomená mlk
2. amoniak ..... čtyřstěn ( tetraedr )
3. oxid uhličitý ..... lineární mlk
4. chlorid boritý ..... trojúhelník
5. oxid siřičitý ..... lomená mlk
6. chlorid boritý ..... trojúhelník
7. chlorid fosforečný ..... trigonální bipyramida  
( trojboký dvojjehlan )

8. fluorid sírový .....tetragonální bipyramida  
( čtyřboký dvojjehlan )

2. **METODA VSEPR.....Valence Shell Electron Pair Repulsion**

- používá se pro rychlé teoretické a přibližné určení tvaru molekuly
- uvažuje sigma vazby a nevazebné elektronové páry jako záporné elektrické náboje, které se navzájem odpuzují a v prostoru zaujímají tu polohu, která vede ke stabilitě molekuly

omezení : vztahuje se na mlk s 1 centrálním atomem

**počet elektrických nábojů** ( počet bodů v prostoru) = **součet vazebných a nevazebných elektronových párů** ( kromě vazeb pí)

počet bodů: 2 ..... **Přímka 180°**



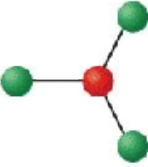
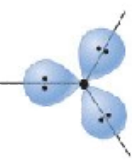
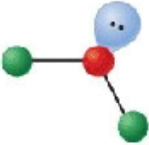
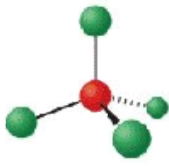

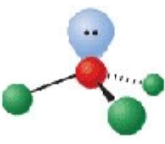
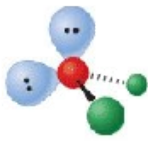
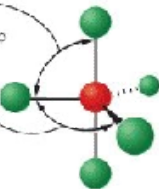
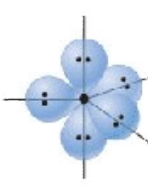
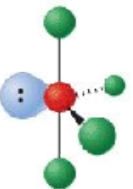
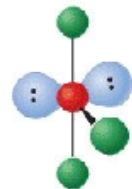
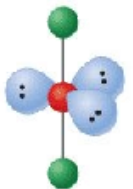
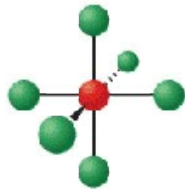
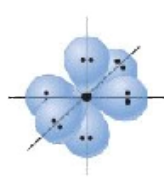
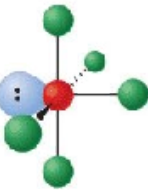
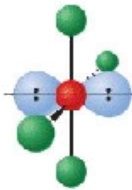
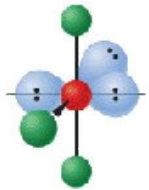
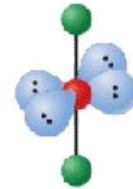
3 ..... **trojúhelník 120°**

4 ..... **Tetraedr 109°**

5..... **trigonální bipyramida 90-120°**

6 ..... **tetragonální bipyramida( oktaedr) 90°**

Pozn. Odpuzování nevazebných elektronových párů je větší než vazebných!!!

Bond angles	Spatial geometry	Electron pair geometry	Lone pair substitutions			
180°	 Linear	 ( <i>sp</i> )	...			
120°	 Trigonal planar	 ( <i>sp</i> <sup>2</sup> )	 Bent			
109.5°	 Tetrahedral	 ( <i>sp</i> <sup>3</sup> )	 Trigonal pyramidal	 Bent		
90°, 120°	 Trigonal bipyramidal	 ( <i>dsp</i> <sup>3</sup> )	 "Sawhorse"	 T-shaped	 Linear	
90°	 Octahedral	 ( <i>d</i> <sup>2</sup> <i>sp</i> <sup>3</sup> )	 Square pyramidal	 Square planar	 T-shaped	 Linear



Zajímavosti:

Z tohoto důvodu je v některých metabolických procesech aktivní pouze jedna forma chemických látek s optickou izomerií. Známým příkladem je [vitamín C](#), L forma kyseliny askorbové. Někdy jsou biologicky aktivní obě formy, ale způsob zapojení do metabolických procesů a tedy i vliv na organismus se mohou velmi významně lišit; záměna forem může mít i fatální následky. Např. [thalidomid](#), účinná látka z léku prodáváného mezi roky 1957 a 1961 v téměř 50 zemích jako [antiemetikum](#) proti ranním nevolnostem těhotných žen, jehož jeden enantiomer působí proti ranním nevolnostem, zatímco druhý enantiomer je [teratogenní](#).

Optické izomery se také mohou vyznačovat odlišnými senzoryckými vlastnostmi. Např. D-[limonen](#) má příjemnou pomerančovou [vůni](#), L-limonen je cítit po [terpentýnu](#).

Odlišná konfigurace přitom může způsobovat buď neúčinnost (známým příkladem je [vitamín C](#) a jeho [výživově](#) neúčinný protějšek), nebo mít jiné, mnohdy i fatální účinky. To se týká zejména odlišného působení u látek chemické regulace ([hormony](#), [alkaloidy](#) apod.). K jedovatosti přitom stačí změna v jednom centru chiralit u velké makromolekuly – např. posttranslační nahrazení  $\alpha$ -L-[aminokyseliny](#) za  $\alpha$ -D-aminokyselinu v [proteinovém](#) řetězci je základem účinnosti některých bílkovinných [antibiotik](#) či [jedů](#) (jedy pralesních žab).<sup>[4]</sup>

Na chirální konfiguraci záleží také u vyráběných protijedů (antidot) a mnohých [léčiv](#). Proto je nutné dbát na důslednou separaci enantiomerů ve farmakologii. K tomu byla vyvinuta celá řada účinných metodik.<sup>[5]</sup>

Úzce související oblastí je i působení na [smysly](#) živočichů. Enantiomery mohou mít úplně odlišné senzorycké vlastnosti, což je dáno chiralitou smyslových receptorů. Známým příkladem jsou látky způsobující různé [vůně](#) např. [citrusového](#) ovoce ([limonen](#) a příbuzné sloučeniny) či vůně kuchyňského [koření](#) ([karvon](#) a příbuzné sloučeniny pro mátovou, kmínovou a fenyklovou vůni). Změna v jednom centru chiralit u [esterů](#) methylthiohexanolu může změnit ovocnou vůni ve čpavou cibulovou či sirnou.<sup>[6]</sup>

Například jeden enantiomer známého léčiva ibuprofenu tlumí bolest a horečku, zatímco druhý je neúčinný.

Enantiomery mohou dokonce **různě vonět**. U karvonu voní jeden z nich po kmínu, druhý po mátě klasnaté čili spearmintu.

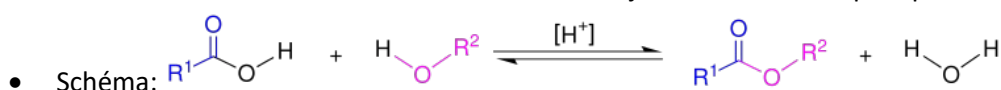
**<https://khanovaskola.cz/video/24/182/1943-stereoisomery-enantiomery-diastereomery-konstitucni-isomery-a-meso-slouceniny>**

**<https://cs.wikipedia.org/wiki/Chiralita>**

## 22. Esterifikace a lipidy

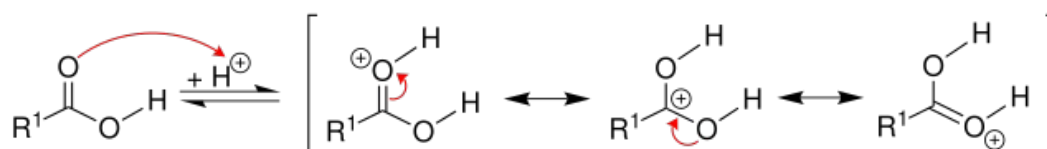
### Esterifikace

- Definice esterifikace: Chemická reakce, při níž z organické nebo anorganické kyslíkaté kyseliny a alkoholu nebo fenolu vzniká ester a voda
- Kondenzace kyslíkatých kyselin (fosforečná, sírová, sulfonová) s alkoholem vedou také na estery a proto mohou být považované za esterifikaci
- Je to rovnovážná a kondenzační reakce
  1. Rovnovážná = rovnovážná konstanta je rovna 1, tedy stejně RP a VL
  2. Kondenzace = sloučení 2 látek za vzniku jedné větší a odštěpení jedné něčeho

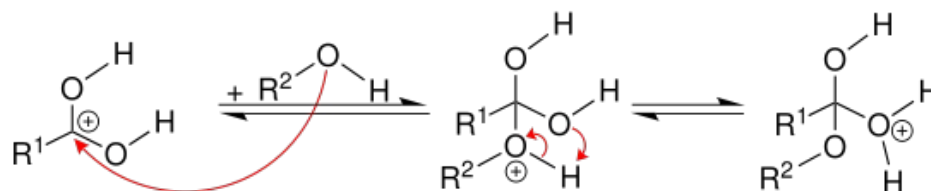


1. Platí jen pro primární a sekundární alkohol, u terciálních je to jinak
  2. Primárním to jde nejnázce
  3. Estery terciálních alkoholů se vyrábí za pomoci acylchloridu místo karbox. Kyseliny
  4. Fenol se při esterifikaci používá s anhydridy kyselin, né s klasickými kyselinami
- Esterifikace probíhá pouze v kyselém prostředí, proto se do ní přidává kyselina sírová např
  - Výtěžek této reakce lze zvýšit odstraněním některého z reakčních produktů
  - Pokud je reakce katalyzována kyselinou sírovou, tak je zajištěno odstraňování reakčních produktů neboť kyselina sírová váže vodu
  - Rovnováhu nelze změnit zvýšením teploty, pouze rychlost průběhu reakce
  - Průběh esterifikace:

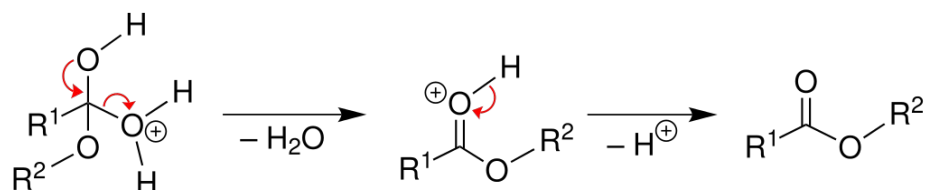
1. Protonace karboxylové kyseliny což způsobí elektronový deficit na karboxylovém uhlíku



2. Dochází k nukleofilnímu přichycení kyslíku hydroxylové skupiny alkoholu a karboxylového uhlíku, při čemž dochází ke vzniku intramolekulárního vodíkového můstku mezi kyslíkem z karboxylové skupiny a vodíkem z hydroxylové, až vznikne vazba nakonec. (viz poslední obrázek)



3. Následuje odštěpení molekuly vody a protonu  $H^+$



4. Tento průběh byl dokázán sledováním radioaktivního izotopu kyslíku  $^{18}O$  při reakci kyseliny benzoové a methanolu

- Typy esterifikačních reakcí:
  1. Fischerova esterifikace (kysele katalyzovaná esterifikace) to popsané, prostě klasika
  2. Schotten-Baumanova metoda
    - Principem je použití halogenidu karboxylové kyseliny, nejčastěji chloridu
    - Používá se pro výrobu amidů, ale jde použít i tady.
    - Jako reakční produkt místo vody vzniká halogenvodík (chlorovodík)
  3. Alkohol/fenol + anhydrid karboxyl. Kyseliny
  4. Steglichovy esterifikace
    - Metoda, která umožňuje přeměnu substrátů odolných kyselinám
    - Jedná se o esterifikaci s amidovými meziprodukty
  5. Mitsunobuovy reakce
    - Je tam nukleofilní činidlo diethylazodikarboxylát
    - Ale už je to kurva zbytečně složitý, nejake fosfoniové meziprodukty či co
  6. Transesterifikace
    - Prohození uhlíkových řetězců mezi alkoholem a esterem za vzniku nového alkoholu a jiného esteru
  7. Plus hafo dalších

## Estery

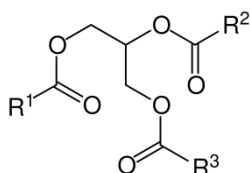
- Významná skupina přírodních latek
- Pro výrobu esteru se používá reaktivní destilace, což je spojení probíhající esterifikace s destilací v jednom kroku, čímž se ještě více zvýší výnos produktů, protože voda se odpařuje.
- Organické sloučeniny
- Vznik z alkoholu a kyslíkaté kyseliny – esterifikací
- Nejčastější jsou estery karboxylových kyselin
- Vyskytují se například v tucích a olejích
- Nižší estery (kratší řetězec) mají charakteristickou aromatickou vůni , proto se přidávají do parfému a esencí (rumová esence, atd)
- Estery vyšších mastných kyselin tvoří tuky, oleje a vosky
- Příklady vůní:

<i>Alkohol</i>	<i>Kyselina</i>	<i>Ester</i>	<i>Vůně</i>
ethanol	k. mravenčí	ethylformiát	<i>Po rumu</i>
ethanol	k. octová	ethylacetát	<i>po ovoci</i>
butan-1-ol	k. octová	butylacetát	<i>po ovoci (ananas) *</i>
amylalkohol	k. octová	amylacetát	<i>po ovoci - hruškách</i>
ethanol	k. máselná	ethylbutanoát	<i>po broskvích (ananas) *</i>
methanol	k. máselná	methylbutanoát	<i>po ananasu</i>
ethanol	k. benzoová	ethylbenzoát	<i>po mátě (karafiátech) *</i>
pentan-1-ol	k. benzoová	pentylbenzoát	<i>po ambře</i>
pentan-1-ol	k. salicylová	pentylsalicylát	<i>po orchidejích</i>
butan-1-ol	k. propionová	butylpropionát	<i>po rumu</i>
methanol	k. salicylová	methylsalicylát	<i>po karamelu</i>

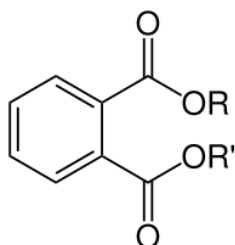
- Ve vodě velmi málo rozpustné, s délkou řetězce rozpustnost ještě více klesá
- Jsou kapalné, ale i pevné, nízká teplota varu (netvoří vodíkové můstky)
- Názvosloví :
  1. Systematické = uhlovodíkový zbytek alkoholu + kyselina systematicky + oát
    - Ethylmethanoát
  2. Triviální = koncovka át = ethyl-formiát
  3. Opisný = alkoholový zbytek + ester+ jméno kyseliny v druhém pádu
    - Ethylester kyseliny mravenčí

$\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$	ethylmethanoát	ethyl-formiát	ethylester kys. mravenčí
$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$	ethylethanoát	ethyl-acetát	ethylester kys. octové
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$	butylbutanoát	methyl-butyrát	methylester kys. máselné

- Významné estery:
  1. Ty co voní – viz tabulka
  2. Ethyl-acetát ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ) – významné rozpouštědlo (vůně odlakovače)
  3. Estery vyšších mastných kyselin a glycerolu – tuky a oleje a vosy (lipidy)



4. Estery kyseliny akrylové ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$ ) = výroba plastů (polyakryláty – na bongy :D)
5. Estery ftalové kyseliny = změkčovadlo plastů, podstata výroby syntetických vláken



6. Estery anorganických kyselin = nitráty (výbušniny), sulfáty (tenzidy) a od kyseliny fosforečné – nukleové kyseliny
  7. Trinitrát glycerolu (nitroglycerin)
    - Olejová bezbarvá kapalina
    - Málo rozpustný ve vodě, dobře v organ. rozpouštědlech
    - $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$ ,
    - výbušnina,
    - hlavní součást dynamitu,
    - snižuje krevní tlak, rozšiřuje cévy (boj proti angině pectoris),
    - proti otravě čerstvím vzduchem a hodně kofeinu
    - velmi nestabilní látka, sama vybuchuje jen tak
    -
- Reakce esterů
    1. Kyselá hydrolyza – rozklad esteru vodou (v kyselém prostředí) za vzniku alkoholu a karboxyl kyseliny

2. Zásaditá hydrolyza- reakce esteru a zásady za vzniku alkoholu a soli karboxylové kyseliny. Při hydrolyze triacylglycerolů vzniká mýdlo a glycerol- tzv. zmýdelnění.

- Dynamit – vynalezce Alfred Nobel, stabilní oproti nitroglycerinu, jedna se o křemelinu infusovanou nitroglycerinem a trochou jedle sody, později nahrazeno dusičnanem draselným a sodným. V podobě tyček, mrazil při 8 stupních

#### Mastné kyseliny

- Karboxylové kyseliny
- Amfipatica povaha(hydrofobní a hydrofilní část- karboxyl skupina je hydrofilní a řetězec hydrofobní)
- Působí jako tenzid- snižují povrchové napětí vody – vznik micel ve vodě
- 4-26 uhlíků
- Většinou sudý počet uhlíků
- Jsou hlavní součástí lipidů
- Dělí se na esenciální (musíme je přijímat v potravě, tělo je neumí syntetizovat –kyselina Linolová a linoleová) a neesenciální (tělo si je umí vyrobit-palmitová, stearová, olejová)
- Další dělení je na nasycené (nemají dvojně vazby) a nenasycené (mají dvojnou vazbu)
- Nasycené

Počet uhlíků	Triviální název	Systematický název
C4	Máselná	Butanová
C6	Kapronová	Hexanová
C8	Kaprylová	Oktanová
C10	Kaprinová	Dekanová
C12	Laurová	Dodekanová
C14	Myristová	Tetradekanová

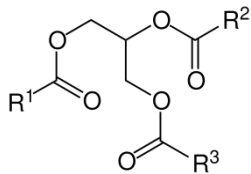
C16	<b>Palmitová</b>	Hexadekanová	
C18	<b>Stearová</b>	Oktadekanová	
C20	Arachová	Eikosanová	
C22	Behenová	Dokosanová	
C24	Lignocerová	Tetrakosanová	
C26	Cerotová	Hexakosanová	
<b>Počet uhlíků a dvojných vazeb</b>	<b>Triviální název</b>	<b>Omega série</b>	<b>Poloha dvojných vazeb (všechny cis, s 1 výjimkou)</b>
C16:1	Palmitolejová	$\omega 7$	$\Delta^9$
C18:1	<b>Olejová</b>	$\omega 9$	$\Delta^9$
C18:1	Elaidová	$\omega 9$	$\Delta^9$ (trans)
C24:1	Nervonová	$\omega 9$	$\Delta^{15}$
C18:2	<b>Linolová</b>	$\omega 6$	$\Delta^{9, 12}$
C18:3	<b><math>\alpha</math>-linolenová</b>	$\omega 3$	$\Delta^{9, 12, 15}$
C18:3	$\gamma$ -linolenová	$\omega 6$	$\Delta^{6, 9, 12}$

C20:4	<b>Arachidonová</b>	$\omega 6$	$\Delta^{5, 8, 11, 14}$
-------	---------------------	------------	-------------------------

A nenasycené

## Lipidy

- Přírodní látky živočišného a rostlinného původu
- Mohou mít kapalný a pevný stav (skupenství)
- Jedná se o estery vyšších karboxylových kyselin (nasycených a nenasycených)



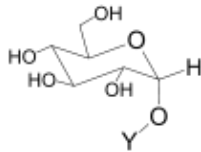
- Tedy deriváty mastných kyselin a jednosytného nebo trojsytného alkoholu
- Společná vlastnost lipidů jest hydrofobnost – tedy nerozpustnost ve vodě
- Dobře jsou rozpustné v organických rozpouštědlech
- Energicky velmi bohaté – zásobárna energie
- Některé lipidy slouží jako rozpouštědla třeba vitamínů
- A mohou mít i ochranou a izolační funkci (tvoří obaly orgánů a izolují proti tepelným výkyvům)
- Dělení lipidů
  - Jednoduché (homolipidy)
    - Triacylglyceroly
      1. Estery vyšších karboxyl kyselin (nejčastěji olejové, linolové a palmitové)
      2. A trojmocného glycerolu
      3. Tuky –většinou tuhé, nasycené mastné kyseliny, živočišného původu
      4. Oleje-nenasycené mastné kyseliny, rostlinného původu, hydrogenací se nasatí násobné vazby ( které jsou jinak náchylné k oxidaci) a dojde k vytvoření ztuženého tuku – princip výroby margarínu (katalyzováno nejčastěji platinou)
    - Vosky
      1. Estery vyšších mastných kyselin a vyšších jednosytných alkoholů
      2. Nejčastější jsou kyselina palmitová, kyselina laurová, kyselina myristová a stearová
      3. U rostlin a živočichu
      4. Odolné hydrolýze a enzymům, proto jsou nestravitelné
      5. Především ochranná funkce ( kutikula rostlin), v srsti živočichů
      6. A stavba obydlí hmyzu
      7. Tuhé, dokonalé spalování, hořlavé, odolné oxidaci a hydrolýze, rozpustné jen v nepolárních rozpouštědlech

8. PŘ: včelí vosk, čínský vosk, lanolin, vorvaňovina
9. Použití – svíčky, lékařství, leštidla, kosmetika, na lyže

- Složené lipidy

- Velké množství druhu (sfingolipidy, lipoproteiny)
- Glykolipidy

Glycolipids



- Y = Lipid

1. Lipidy s cukernou složkou
2. V buněčné membráně
3. Role – buněčné rozpoznávání, zakotvení buňek v tkáni, a receptory chemikálií
4. Ve všech eukaryotických buňkách

- Fosfolipidy

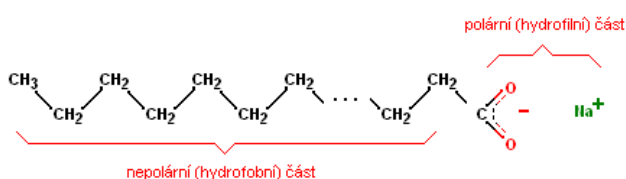
1. Obsahují fosfor
2. Hlavní součást buněčných membrán-dvojrstva fosfolipidu
3. Autoagregace – proces tvarování molekuly podle chemicko-fyzikálních vlastností, tedy je to buď micela, pokud je tam hydrofobní látka, kolem které se můžou vobtočit nebo dvojrstva, ocaskama (hydrofobní) k sobě a hlavičkama (hydrofilní) od sebe
4. Membrána je selektivně propustná a elastická
5. Nejsou na sebe v dvojrstvě vázané vazbou- tvoří fluidní mozaiku
6. Rozklad fosfolipidů – enzymy fosfolipázy
7. Lecitin = žloutek, složený z glycerolu, mastné kyseliny, kyseliny fosforečné a cholinu, emulguje tuky = dovoluje smíchání tuků s vodou, přírodní emulgátor ( tenzid) pro krmiva a potraviny, podstatný pro tvorbu biomembrán, a pro trávení tuků, získává se ze sojových bobů

- Odvozené lipidy

- Hydrolýza triacylglycerolů

- Kyselá
  - Vznikne mastná kyselina a lakohol
- Zásaditá hydrolýza
  - Vznik soli mastné kyseliny a glycerol

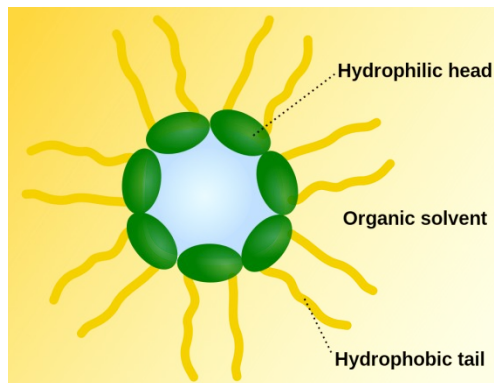
- Mýdlo





- Sůl triacylglycerolů
  - Pevná forma
  - Funguje jako tenzid – snižuje povrchové napětí vody tím, že se hromadí ve fázovém rozhraní
  - Detergent – schopnost převádět nečistoty z porchu do roztoku
  - Vyrábí se zmýdelněním – bazickou hydrolyzou triacylglycerolů
  - Odmašťuje – tak, že tvoří micely kolem nepolárních látek
  - Srážení mýdla ve tvrdé vodě
  - $2 \text{Na}^+(\text{R-COO})^- + \text{Ca}^{2+}(\text{HCO}_3^-)_2 \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{HCO}_3^-) + \text{Ca}(\text{R-COO})_2$ .
  - Při použití mýdla s vodou dochází také k částečné hydrolyze
  - $\text{R-CO}_2\text{-Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-CO}_2^- + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{R-COOH} + \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ .
- **vysychání olejů** – některé rostlinné oleje (makový, lněný,...) na vzduchu polymerují a získávají povahu suchého, nepropustného filmu. Tyto oleje se používají jako takzvané fermeže – nátěrové hmoty proti korozi.

- Micela



- 
- Micely mají dva způsoby autoagregace, Buď blavičkama dovnitř nebo ven
- Dovnitř hlavou = vně je nepolární rozpouštědlo
- Hlavou ven = vně je polární rozpouštědlo

## Sacharidy

- Též cukry
- Základní složka všech živých organismů
- Organické láky
- Obrovský energetický zdroj organismů
- Součástí genetické informace
- Můžeme je nalézt v membránách
- Součástí mezibuněčné komunikace
- Nejsnazší zdroj energie
- Mají více či méně sladkou chuť

Dělení cukrů podle počtu cukerných jednotek:

- Monosacharidy (pouze 1)
- Oligosacharidy (2 až 10)
- Polysacharidy (11 až nekonečno)

Dále cukry dělíme podle karbonylové skupiny na (toto dělení má větší smysl jen u monosacharidů) :

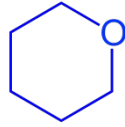
- Aldósy = obsahují karbonyl v aldehydové formě
  - sumárním vzorcem  $C_mH_{2m}O_m$
  - Obsahují acetyl HC=O
  - Nejznámější je D-glukóza
- Ketósy = obsahují ketoskupinu
  - Obsahují skupinu C=O
  - Nejznámější jest frukóza

Dalším způsobem dělení je podle počtu uhlíků ( taky jen monosacharidy):

- Triózy
  - 3 uhlíky
  - Pouze dva- Glycerinaldehyd, didihydroxyaceton
- Tetrózy
  - 4 uhlíky
  - Třeba erythroza
- Pentózy
  - 5 uhlíků
  - Př. Ribóza, lyxóza
- Hexózy
  - 6 uhlíků
  - Glukóza, galakóza, fruktóza
- Heptózy
  - 7 uhlíků

A ještě můžeme dělit monosacharidy podle tvaru cyklické formy (monosacharidy):

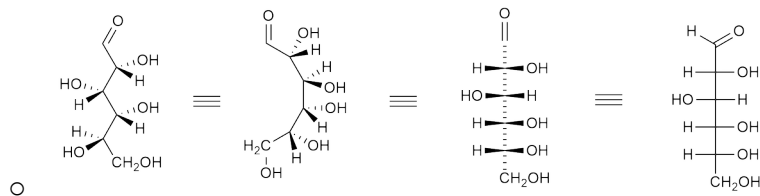
- Pyranózy



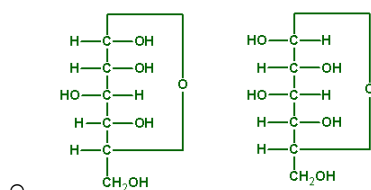
- - cyklickou strukturu tvořenou pěti uhlíkovými a jedním kyslíkovým atomem
  - název odvozen od podobnosti s pyranem
  - na ten „kroužek“ mohou být navázané další části
  - vznikají u hexóz a pentóz
  - může dělat 38 různých konformací (poloh/ zakroucený molekul vůči sobě v tom cyklu)
  - př. Glykopyranóza, mannopyranóza
- Furanózy
  - 
  - Odvozené od Furanu (bez dvojných vazeb)
  - Cyklus obsahuje 4 atomy uhlíku a jeden kyslíku + jsou možné další části navázané na cyklus (viz. Obrázek)
  - Opět pentózy nebo hexózy

#### Projekce sacharidů:

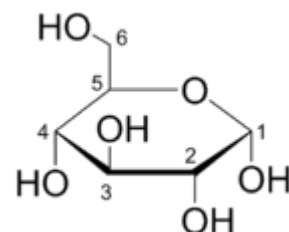
- Fischerova projekce
  - Jedná se o acyklické zobrazení sacharidů
  - Neodpovídá realitě při reakcích
  - Jedná se o názorné zobrazení chirálních sloučenin



- Tollensova projekce
  - Vzniká adicí OH skupiny na karbonyl
  - Vzniká poloacetal
    - Jedná se o OH skupinu na 1 uhlíku. Je velmi reaktivní (určuje redoxní cukr)
    - Vzniká poloacetalu nukleofilní adicí alkoholu na karbonylovou skupinu aldehydu



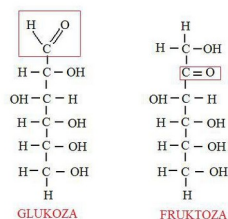
- Haworthův vzorec
  - Přepis Tollensova vzorce do jiné podoby
  - Nejběžnější strukturální zobrazení monosacharidů
  - Využívá trojrozměrné perspektivy
  - Jsou zde rozlišitelné pyranózy a furanózy



## Tautomerie

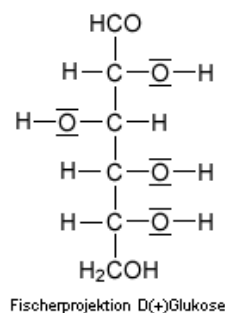
### Tautomerie:

- Izomerie organických sloučenin, kdy jednotlivé izomery (tautomery) mezi sebou v roztoku volně přechází, dokud nenastane rovnováha mezi nimi. Tautomery jsou považované za totožné sloučeniny, neboť se mění pouze struktura, nikoliv obsah sloučeniny.
- Většinou se jedná o přesun vodíku nebo protonu po molekule
- Reakce, při níž dochází k proměně jednoho tautomeru na druhý se nazývá tautomerizace
- Příkladem jsou glukóza a fruktóza



### Monosacharidy

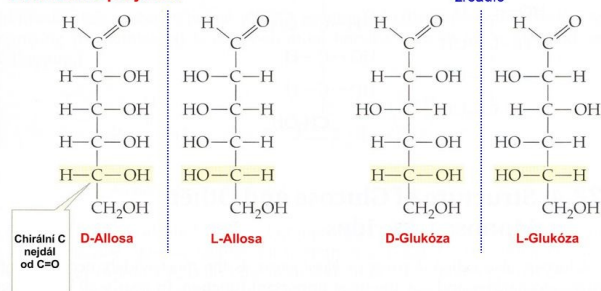
- Chemické látky pouze o 1 cukerné jednotce
- Základní sacharidy
- Stavební jednotka všech složitějších sacharidů
- Dobře rozpustné ve vodě a v polárních rozpouštědlech
- Chirální sloučeniny (asymetricky prostorově rozložené- nemají střed ani rovinu symetrie)
- Enantiomery = chirální molekule (stejný souhrnný vzorec, rozdílný strukturní podle chiraloty)



### D a L cukry:

**Enantiomery** - „zrcadlové obrazy“ (stáčí rovinu polarizovaného světla opačnými směry)

#### Fischerova projekce:



$2^n$  = počet stereoisomerů

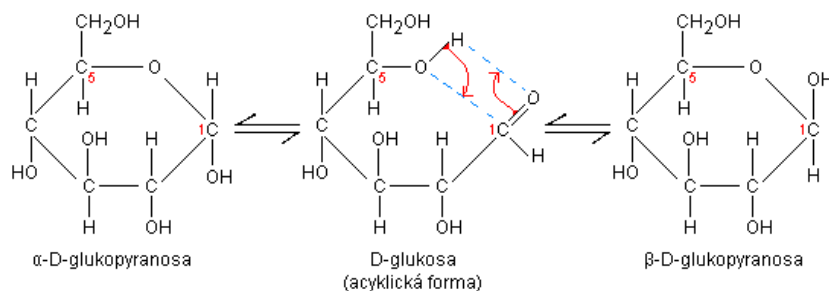
n-počet chirálních C (např. glukóza - 16 stereoisomerů)

- Cukry jsou opticky aktivní (pokud mají alespoň 1 chirální uhlík), tak stáčí polorovinu polarizovaného světla, doleva nebo doprava

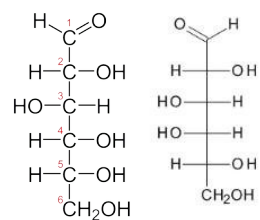
Řada	D-glyceraldehyd	L-glyceraldehyd
------	-----------------	-----------------

<b>Fischerova projekce</b>	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
<b>Prostorové uspořádání</b>		
<b>Optická aktivita</b>	pravotočivý (+)	levotočivý (-)

- Racemát (směs optických antipodů- opačně otáčivých) 1 ku 1=vyruší se stáčením světla
- U cyklických forem cukrů ještě rozlišujeme 2 typy anomerů a to alfa a beta, které se odvozují podle anomerního centra (první uhlík zleva od kyslíku)
  - Pokud jde OH skupina na prvním i na anomerním uhlíku stejným směrem (obě dolů, obě nahoru), pak se jedná o Alfa anomer
  - Anomery stáčí rovinu polarizovaného světla stejným směrem, pouze o různý úhel
  - Pokud jdou rozdílnými směry, jedná se o beta anomer



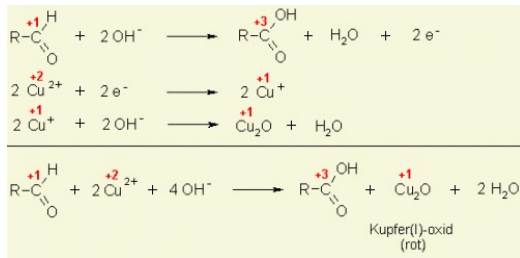
- Speciálním případem anomerie je takzvaná epimerie
  - To je případ, kdy se dvě molekuly liší pouze otočením jednoho chirálního uhlíku



- Glukóza      Galaktóza

- Monosacharidy jsou sladké sacharidy
- Jedná se o přímé produkty fotosyntézy
- Jedná se o univerzální platidlo mezi organismy (např. kytka lákají opilovače na monosacharidy)

- Jsou dobře rozpustné ve vodě a polárních rozpouštědlech
- Mají redoxní vlastnosti

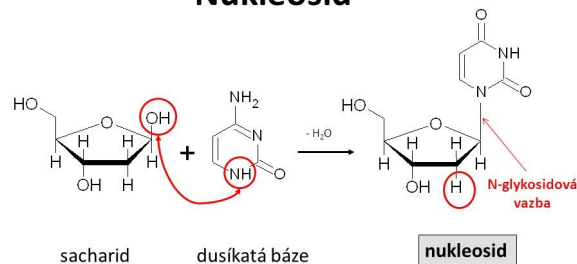


- jelikož obsahují karbonylovou skupinu, budou mít pravděpodobně redukční účinky, tedy budou se sami oxidovat na karboxylovou skupinu. Důkaz redoxních dějů se provádí reakcí s Tollensovým a Fehlingovým činidlem.
- Pro oxidaci jakýmkoli činidlem je důležitá přítomnost necyklických cukrů. Zde je slovo cukrů správné, neboť drtivá většina jiných sacharidů než jsou monosacharidy obsahuje poloacetalovou vazbu a ta se oxidovat nemůže. Tedy to je důvod, proč glukóza poskytuje pozitivní Fehlingovu reakci (ačkoli se vyskytuje v cyklické formě, nikdy ne všechna) a škrob ne.



- fehlingova reakce
- Pro Fehlingovu redoxní reakci je zapotřebí znát složení Fehlingova činidla. To je složeno z NaOH a KOOC-COONa + CuSO4 (modrý), dohromady tedy tvoří komplex vínanu. Při reakci tohoto komplexu s glukózou bude docházet k redukci komplexu a vzniku rezavé sraženiny Cu2O. Tímto se potvrdí pozitivní Fehlingova reakce, která je typická u všech monosacharidů. Tímto způsobem se v lékařství dokazuje cukrovka, pomocí jejího výskytu v moči.
- Glykosydová vazba
  - Glykosydovou vazbou se označuje acetalová vazba sacharidů s hydroxylovou skupinou (-OH) postranního řetězce aminokyselin (v proteinu) nebo jiného sacharidu nebo různých derivátů lipidů (O-glykosydová vazba), popř. jiných látek. V biochemii se také často používá termínu N-glykosydová vazba pro obdobné sloučení, ve kterých je -OH skupina nahrazena amino skupinou (-NH2)(např. vazba bází k (deoxy)ribóze

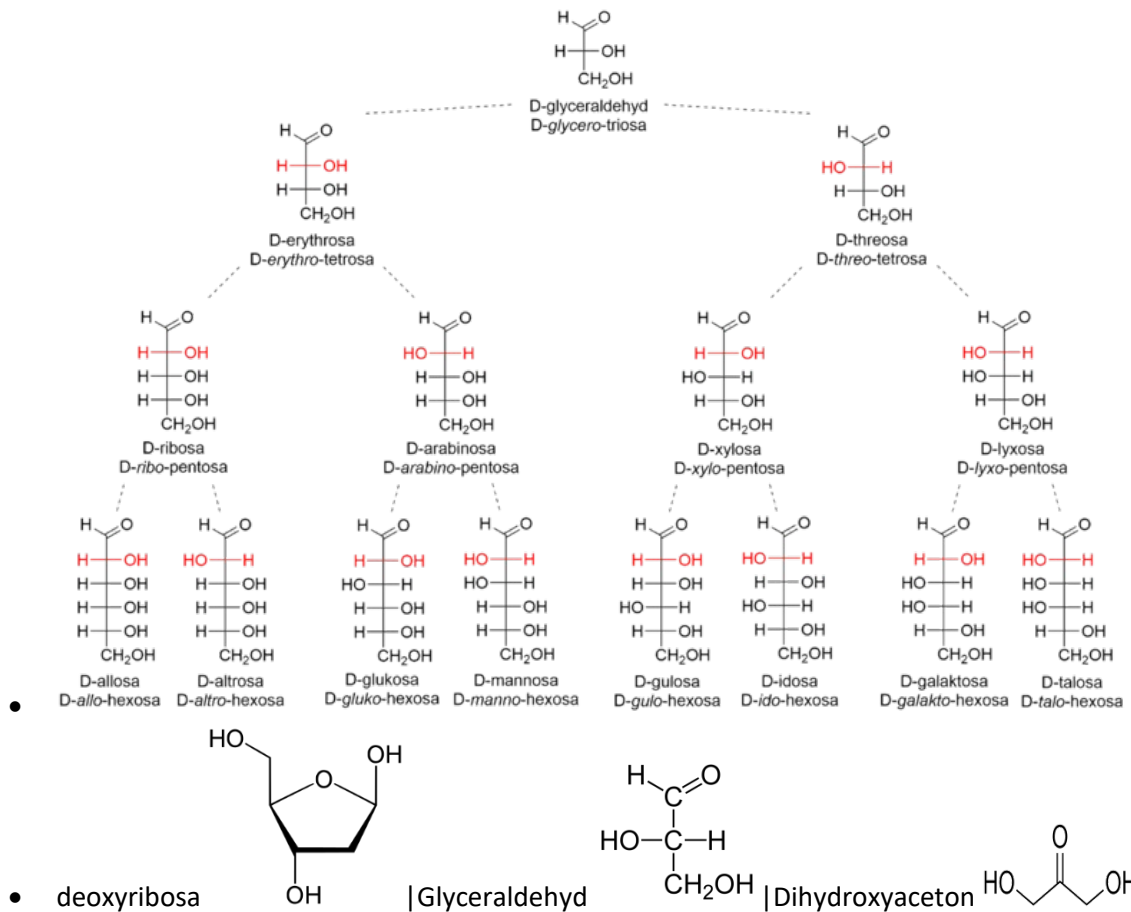
## Nukleosid



Dusíkatá báze je N-glykosidicky vázána na příslušné sacharidy

v DNA, resp. RNA).

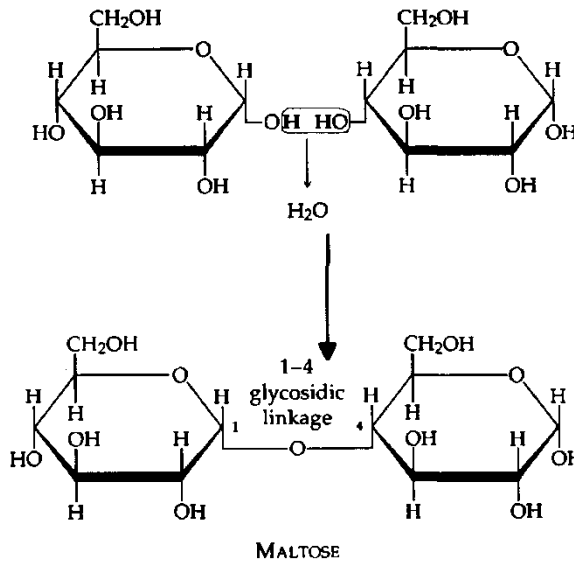
- Zástupci:



## Oligosacharidy

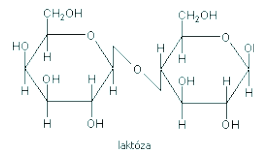
- skládají se z 2 až 10 monosacharidových podjednotek
- Mají podobné vlastnosti jako monosacharidy.
- Z oligosacharidů jsou významné především disacharidy (složené ze dvou monosacharidových podjednotek).
- Jsou rozpustné ve vodě a mají většinou sladkou chuť.
- Disacharidy
  - Dvě monosacharidové jednotky spojené O-glykosidovou vazbou
    - reakce dvou –OH, jejich spojení a odštěpení vody.

- $-OH + -OH \rightarrow H_2O + -O-$



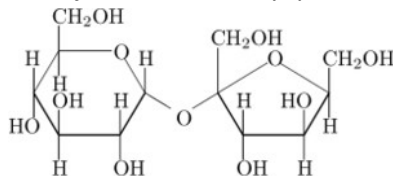
○ Dělení

- Redukující disacharidy jsou pospojovány glykosidickými vazbami na 1,4 a 1,6 koncích, mají redukční účinky (volnou poloacetalovou skupinu), a proto se dají dokázat Tollensovým a Fehlingovým činidlem, patří sem



např. maltóza, laktóza...

- Neredukující disacharidy jsou pospojovány glykosidickými vazbami na 1,1 a 1,2 koncích, na tyto vazby byly spotřebovány obě poloacetalové skupiny  $-OH$ , nemají redukční účinky, patří sem sacharóza.



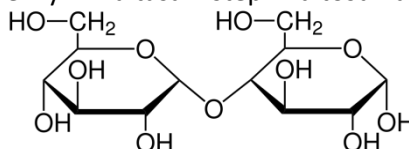
○ podle druhů monosacharidových jednotek

- Dialdózy nebo též aldodisacharidy - složené z dvou molekul aldóz
- maltóza (2 glukózy)
- laktóza (glukóza a galaktóza)
- Aldoketózy - složené z jedné molekuly aldózy a jedné molekuly ketózy
- sacharóza (glukóza a fruktóza)
- Diketózy nebo též ketodisacharidy - složené z dvou molekul ketóz

○ Důležité disacharidy

- Maltóza

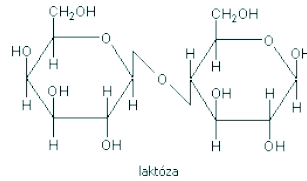
- sladový cukr
- vznik spojením 2 glukosových jednotek
- získává se štěpením škrobu (v potravě enzymem ptyalinem)
- enzym maltasa – štěpí maltosu na glukosu





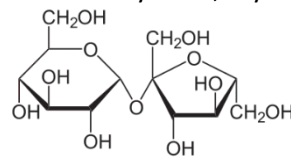
- Laktóza

- mléčný cukr
- vznik spojením glukózy a galaktózy
- v mléce savců
- u některých lidí chybí laktáza → špatné trávení laktózy



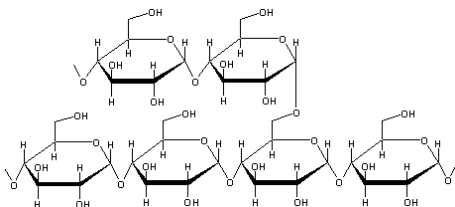
- Sacharóza

- řepný, třtinový cukr
- glukosa a fruktosa navázány poloacetalovým hydroxylem → neredukující
- nejrozšířenější disacharid, je obsažena ve všech rostlinách
- získává se z cukrové třtiny a cukrové řepy
- bezbarvá, krystalická, dobře rozpustná ve vodě
- zahříváním karamelizuje
- med je směs glukózy + fruktózy, dále obsahuje minerály, vitamíny (glukózu a fruktózu řadíme mezi monosacharidy)
- výroba cukru: řepa → čištění → řezání → difúze sacharosy do vody → čištění → vyvážka, krystalizace



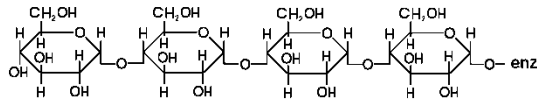
## Polysacharidy

- Polymerní sacharidy
- Monosacharidové jednotky jsou spojené glykosidovou vazbou
- Jsou amorfní, nejsou sladké a jsou nerozpustné ve vodě (resp. částečně rozpustné za horka)
- Pokud je polysacharid složen ze stejných monosacharidů – homopolysacharid
- Rozdílné monosacharidy – heteropolysacharid
- Nejběžnější zástupci jsou škrob, glykogen, celulóza a chitin
- Škrob



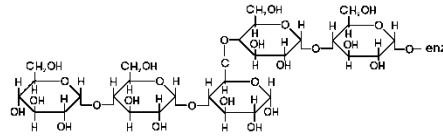
- Škrob je nejdůležitějším produktem metabolismu rostlin. Hromadí se v některých orgánech jako zásobní látka. Škrob se skládá z amylózy a amylopektinu. Obě části škrobu jsou složeny z glukózových jednotek spojených  $\alpha(1-4)$ -vazbou. Amylosa je lineární polymer, který obsahuje několik set glukózových jednotek. Amylopektin tvoří rozvětvené molekuly, které obsahují několik tisíc glukózových jednotek. Větve jsou navázány na hlavní řetězec alfa (1-6) vazbou. Hlavními zdroji škrobu jsou brambory, rýže, pšenice a kukuřice. Tvoří koloidní roztoky. Průmyslově se

získává z brambor a obilovin. Dokazuje se Lugolovým roztokem (jod v KI), který se zbarví modře. Kyselou hydrolýzou vzniká glukóza, enzymatickou maltóza.



○ Amyloza

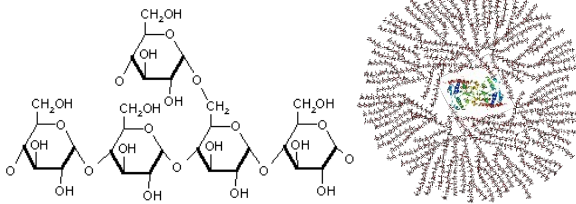
rozpuštěná ve vodě



○ Amylopektin

nerozpuštěný ve vodě

● Glykogen



○ Glykogen je vysoce větvený polymer tvořený glukózami (polyglukan), jež jsou navzájem pospojované. Jedna molekula glykogenu se skládá z mnoha molekul glukózy (až 120 000 molekul glukózy), které jsou spojené navzájem  $\alpha(1,4)$ -glykosidovými vazbami. Vždy po 8-12 jednotkách se však ještě nachází větvení pomocí vazby  $\alpha(1,6)$ -glykosidické. Výsledkem je bohaté větvení molekul glykogenu.

○ Tzv. živočišný škrob, nachází se v buňkách živočichů a hub

● Celulóza

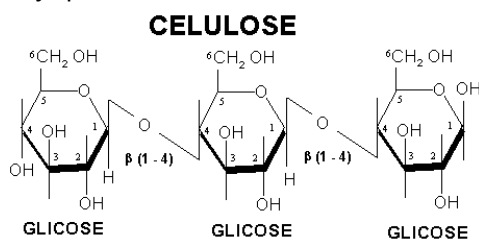
○ celulóza (dříve běžně celuloza) je polysacharid sestávající z beta-D-glukózy. Jednotlivé glukózové jednotky jsou spojené glykosidovou vazbou  $\beta-1,4$  a tvoří dlouhé, nerozvětvené řetězce, které jsou zcela nerozpuštěné ve vodě. Celulóza je hlavní stavební látkou rostlinných primárních buněčných stěn a spolu s ligninem a hemicelulózami se podílí na stavbě sekundárních buněčných stěn; celulóza je nejrozšířenějším biopolymerem na zemském povrchu, ročně jí vzniká až  $1,5 \times 10^9$  tun. [1] Mimo to se však vyskytuje i u některých živočichů, konkrétně u pláštěnců (Tunicata).[2]

○ Termín celulóza se také používá pro označování papírenského polotovaru, který je směsí celulózy, hemicelulóz a zbytků ligninu a pro nějž papírenský průmysl již od první republiky používá termín "buničina".

○ Celulóza se pro komerční účely izoluje ze dřeva odstraněním ostatních složek (lignin, hemicelulóza, oleje aj.). Celulózové vlákno se používá v papírenském a textilním průmyslu. Celulóza je hlavní složkou buničiny, z níž se vyrábí papír, a rostlinných vláken z bavlny, lnu a konopí; jejím derivátem jsou umělá vlákna, jako je acetát celulózy nebo viskóza, surovina k výrobě umělého hedvábí nebo celofánu. Nitrací celulózy vzniká nitrocelulóza, známá také jako střelná bavlna. Většina živočichů nemá enzymy, které by dokázaly rozštěpit  $\beta-1,4$  vazby mezi jednotlivými glukózovými jednotkami. Proto je pro ně celulóza nevstavitelná a v potravě tvoří vlákninu, která projde trávicím traktem a společně se střevními bakteriemi tvoří výkaly.

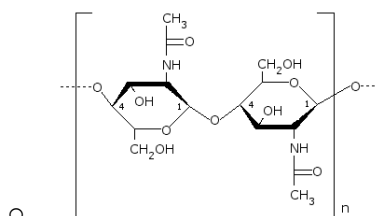
○ Známým příkladem živočicha, který celulózu dokáže trávit, je hlemýžď zahradní. Také bakterie mají schopnost celulózu štěpit a metabolizovat. Při hydrolytickém

štěpení celulózy vznikají různé štěpné produkty (cellopentóza, cellotetróza, cellotrióza, cellobióza) až po glukózu. Býložravci tedy často hostí ve své trávicí trubici symbiotické bakterie, které celulózu buněčných stěn rozštěpí a umožní tak býložravci zužitkovat energii, která je v ní uložena. Nejznámější jsou bezesporu termity nebo přežvýkavci, kteří dokážou symbiotických bakterií využít nejlépe.



- 
- Chitin

- Chitin je polysacharid složený z molekul N-acetyl-D-glukosaminu, které jsou spojeny 1,4- $\beta$ -glykosidickou vazbou, vedle celulózy je nejrozšířenějším polysacharidem na Zemi. Chitin je hlavní složkou kutikuly členovců, která je u některých (např. u hmyzu, krabů, raků apod.) pomocí minerálních látek zpevněna a přeměněna (impregnována, inkrustována) v exoskelet (pevnou vnější kostru). Také spolu s beta-polyglukany tvoří buněčnou stěnu hub (říše Fungi).
- Chemicky je velmi podobný celulóze, pouze má na uhlíku C2 místo hydroxylové skupiny navázanou skupinu acetamidovou.
- Díky své houževnatosti, tvrdosti a snadné biodegradaci se využívá v některých chirurgických pomůckách.



- A další heparin, pektin, inulin,...

- **Heparin** má antitrombinový účinek, snižuje srážlivost krve. Je vázaný na bílkoviny v prokrvených orgánech (játra, plíce, ledviny, stěny tepen). Komerční přípravky – rozpouštění krevních sraženin. Složitější struktura. Do svých slin jej vylučuje pijavka lékařská.

**Chondroitin 4 sulfát** se vyskytuje ve vazivových tkáních, resp. v mezibuněčných prostorách těchto buněk. Spolu s kyselinou hyalitovou tvoří amorfní podklad pojiv (chrupavek).

**Kyselina hyaluronová** váže v organismu vodu, tlumí nárazy, proto je obsažena ve sklivci, v kloubní tekutině, v chrupavkách a v pupeční šňůře.

**Inulin – D – fruktan** – zásobní polysacharid některých rostlin – čekanka, jiřinky.

**Pektiny** – složité polysacharidy, rostlinná pletiva, tmel mezibuněčných vrstev, mladé tkáně vyšších rostlin, dužiny plodů. Od kyseliny D – galakturonové jsou odvozeny. Jsou bohatě obsaženy hlavně v ovocných šťávách, a to zejména z nezralého ovoce. Zahříváním se sacharosou, případně v slabě kyselém prostředí rosolovatí - gelová struktura marmelád. Získávají se z mnohých surovin, zejména z moštu, malin, rybízu, řepných odřezků, mrkvových kořenů.

Rostlinné **slizy, klovatiny** – složité, některé rostliny roní při poranění. Nejznámější arabská guma (správně klovatina) – míza tropických keřů akácií. Příprava lepidel, pilulek.

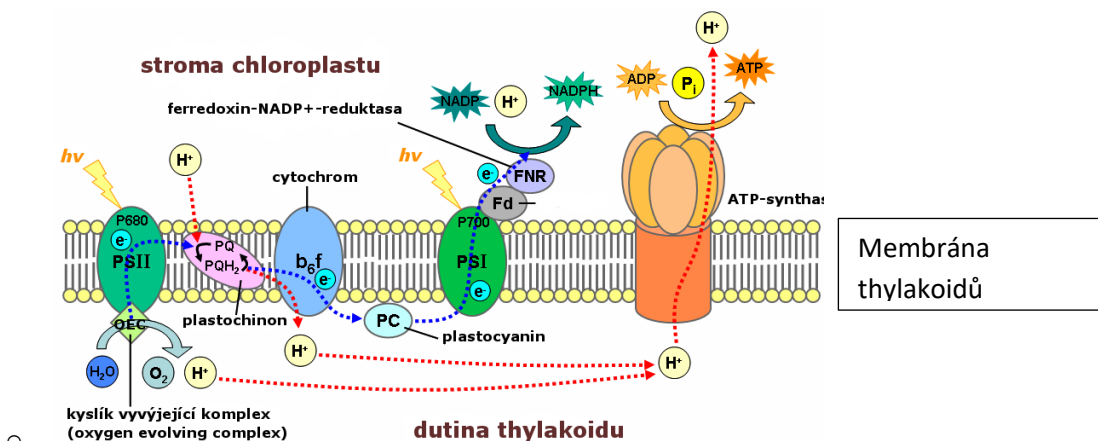
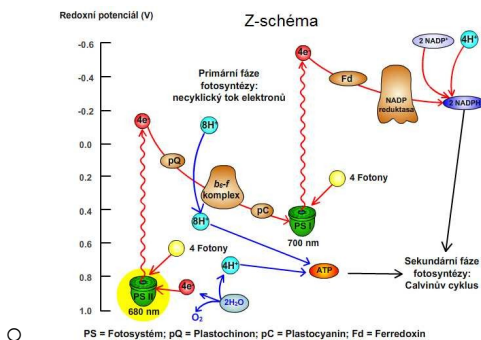
**Vlákniny** – rozmanité makromolekuly, nestravitelné, především polysacharidy.

Základem celuloza. Vazby beta (1,4). Celuloza a jiné vlákniny je pro organismus obtížně stravitelné, takže doputují až do tlustého střeva téměř neporušeny. Proto mohou tlusté střevo mechanicky pročistit.

**Agar** je polysacharid mořských červených řas, který se využívá při kultivaci v mikroskopii.

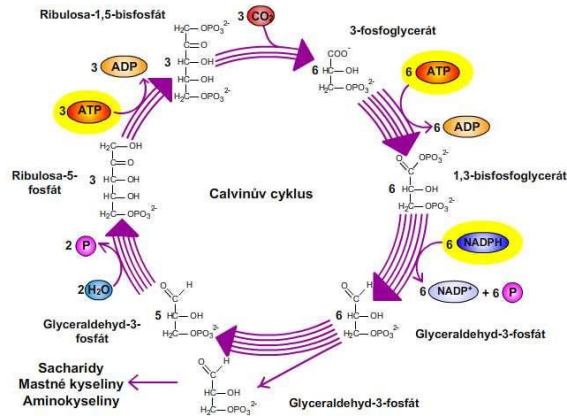
## Fotosyntéza

- Složitý biochemický proces, dochází při něm k zabudování přijaté sluneční energie do energie vazeb
- Celkový průběh fotosyntézy shrnuje rovnice:
- $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- Fotosyntéza probíhá v chloroplastech zelených rostlin a mnohých dalších eukaryotických organismů (různé řasy), ale také v buňkách sinic a některých dalších bakterií. Jedná se o tzv. autotrofní výživu. Některé otázky týkající se jejího průběhu dosud nejsou dostatečně objasněny. Průběh se dělí do dvou fází. Ve světelné fázi barevné pigmenty pohlcují světlo, z něhož získávají energii pro následné děje. V této fázi dochází k rozkladu vody a uvolnění kyslíku (který pak využívají i jiné organismy k dýchání). Biochemické děje v temnostní fázi již světlo nepotřebují, ale využívají energii, která z něj byla ve světelné fázi získána. V této fázi dochází k zabudování oxidu uhličitého do molekul cukrů, které dále slouží buď jako zásobárna a zdroj energie, nebo jako stavební složky pro tvorbu složitějších molekul (polysacharidů, glykosidů aj.). Procesy temnostní fáze probíhají v cyklech a liší se podle druhu organismu. Vnější faktory, na nichž průběh fotosyntézy závisí, jsou světlo, teplota, voda a koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu.
- Rozlišujeme fotosyntézu oxygenní (při které vzniká kyslík a pro jejíž zahájení je potřeba voda) a anoxygenní (při které kyslík nevzniká a do jejího zahájení nezasahuje voda), přičemž rozeznáváme různé typy anoxygenní fotosyntézy podle toho, zda je pro její zahájení potřeba sulfan, nebo organické kyseliny.
- 
- Světelná



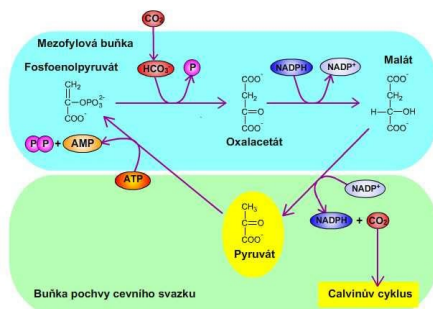
- Přenosu elektronů napomáhají oxidoreduktázy, což jsou enzymy, které jsou schopné přenášet elektron z reduktantu (dárce) na oxidant (akceptora)
- Fotofosforylace je adice fosfátové skupiny ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) na adenosindifosfát (ADP) účinkem sluneční energie, čímž vzniká adenosintrifosfát. Tento děj probíhá během fotosyntézy a je umožněn fotosyntetickým elektronovým transportním řetězcem, který vytváří protonový gradient napříč membránou, jenž je nutný pro činnost ATP syntázy. (pro složitost, elektrony se navážou na plastochinon, který přijme dva protony H ze stromatu a přenesení je přes membránu do lumenu (dutiny thylakoidu), čímž se vytvoří protonový gradient a vzniknou rozdílné náboje a stranách membrány, to je vyrovnáváno ATP syntetázou, která přenáší protony H zpět do stromatu a získanou energii používá k syntéze ATP.)
- **$\text{NADP}^+ + \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{NADPH}$**  (nikotinamidadeninukleotidfosfát)
- Průběh světelné fáze fotosyntézy (zjednodušený)
  - 1) Na fotokomplexu 1 za působení fotonů excituje a vypustí elektrony (4 myslím)
  - 2) Elektrony se buď zapojí do cyklické fosforylace (viz fosforylace) a vrátí se do fotokomplexu 1 anebo se za pomoci ferredoxinu a díky NADP-reduktáze připojí proton vodíku a 2 elektrony na  $\text{NADP}^+$  za vzniku NADPH
  - 3) Díky excitaci na fotokomplexu 1 zde vznikl elektronový deficit, který je třeba nahradit, buď je nahrazen z cyklické cesty elektronu a nebo je nahrazován acyklickou cestou elektronu, která začíná excitací fotokomplexu 2
  - 4) Na fotokomplexu 2 vznikl elektronový deficit, nahrazen fotolýzou vody (za vzniku  $\text{O}_2$ ,  $4\text{H}^+$  a 4 elektrony)
  - Hillova reakce = fotolýza vody (jediný přirozený zdroj kyslíku na zemi)
- Temnostní fáze
  - Produkty primárního děje fotosyntézy (molekuly ATP a NADPH) vstupují do sekundárního děje fotosyntézy, do tzv. Calvinova cyklu. NADPH zde působí jako redukční činidlo, ATP jako makroergická sloučenina, která svým rozkladem dodává energii endergonickým procesům. V Calvinově cyklu se anorganický uhlík (vázaný v molekule oxidu uhličitého) mění na uhlík organický. Akceptorem oxidu uhličitého je ribulosa-1,5-bisfosfát, enzym katalyzující tuto reakci se nazývá *ribulosabifosfátkarboxylasa (RuBisCO)*. V Calvinově cyklu vzniká glyceraldehyd-3-fosfát, který se metabolickými drahami přeměňuje na sacharidy a jiné organické látky.

### Sekundární fáze fotosyntézy

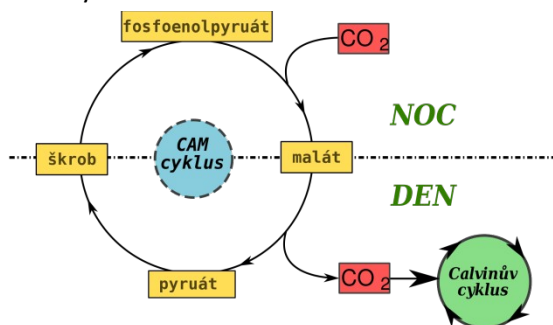


- Rostliny nemusí kyslík pouze produkovat, ale mohou ho (vedle mitochondriálního dýchání) vázat místo CO<sub>2</sub>. Jedná se o tzv. **fotorespiraci**, která omezuje rychlost růstu rostlin. Některé druhy rostlin koncentrují CO<sub>2</sub> ve fotosyntetizujících buňkách, čímž se omezí ztráty vzniklé fotorespirací. Jedná se o tzv. C<sub>4</sub> rostliny. Mezi tyto rostliny patří tropické rostliny (např. třtina cukrová či kukuřice). C<sub>4</sub>-rostliny obsahují 2 typy buněk: mezofylové buňky (fixace CO<sub>2</sub>) a buňky pochvy cévního svazku (uvolnění CO<sub>2</sub> do Calvinova cyklu). V chloroplastech mezofylových buněk chybí Rubisco. Tyto buňky přeměňují CO<sub>2</sub> na HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, který reaguje s fosfoenolpyruvátem za vzniku oxalacetátu. Oxalacetát je redukován na malát, který přechází do buněk cévního svazku, kde se dekarboxyluje na pyruvát. Vzniklý CO<sub>2</sub> vstupuje do Calvinova cyklu. Oxalacetát a malát jsou čtyřuhlíkaté kyseliny, proto označení C<sub>4</sub> rostliny. Fotosyntéza u C<sub>4</sub> rostlin je energeticky více náročná než u C<sub>3</sub> rostlin, avšak tímto mechanismem úplně potlačí fotorespiraci.

### Fotorespirace a C<sub>4</sub> rostliny



### CAM cyklus



- CAM cyklus neboli Crassulacean Acid Metabolism (metabolismus kyselin u tučnolistých rostlin, u kterých byl tento cyklus poprvé pozorován), je obměnou Hatch-Slackova cyklu. CO<sub>2</sub> je v noci ukládán jako zásoba do vakuol a ve dne

opětovně zpracován Calvinovým cyklem. Tento cyklus využívají pouštní rostliny (např. sukulenty), které musí velmi šetřit vodou, a proto otevírají průduchy jenom v noci, kdy vážou CO<sub>2</sub> do malátu. Pro uložení zásoby CO<sub>2</sub> potřebují velké množství fosfoenolpyruvátu, který získávají glykolytickým štěpením škrobu. Během dne se malát štěpí na CO<sub>2</sub>, který vstupuje do Calvinova cyklu, a na pyruvát, ze kterého se opět syntetizuje škrob. Takto provádějí CAM rostliny fotosyntézu s minimálními ztrátami vody.

○ Fotorespirace:

○ Fotorespirace neboli světelné dýchání rostlin je proces, při němž rostlina přijímá kyslík a produkuje CO<sub>2</sub>. Při fotorespiraci se ovšem neuvolňuje ATP (energie), ale dochází ke štěpení meziproductů fotosyntézy, produkci oxidu uhličitého, a tím ke ztrátám na substrátu a energii. Fotorespirace je způsobena karboxylačně-oxidační aktivitou enzymu Rubisco (ribulóza-1,5-bisfosfátkarboxyláza/oxygenáza). Za běžných atmosférických podmínek při 25 °C převažuje karboxylace nad oxygenací v poměru asi 4:1. Fotorespirace je významná hlavně u C<sub>3</sub>-rostlin.

○ Při fotorespiraci vznikne navázáním kyslíku na ribulóza-1,5-bisfosfát pětiuhlíkatý meziproduct, který není stálý a rozpadá se na 3-fosfoglycerát a 2-fosfoglykolát. 3-fosfoglycerát vstoupí do Calvinova cyklu, zatímco 2-fosfoglykolát je dále metabolizován a může být využit k syntéze některých látek (aminokyselin). Většina je však rozložena až na CO<sub>2</sub>. Fotorespirace neprobíhá pouze ve chloroplastech, ale jednotlivé fáze se uskutečňují také v cytosolu, peroxizomech a mitochondriích.

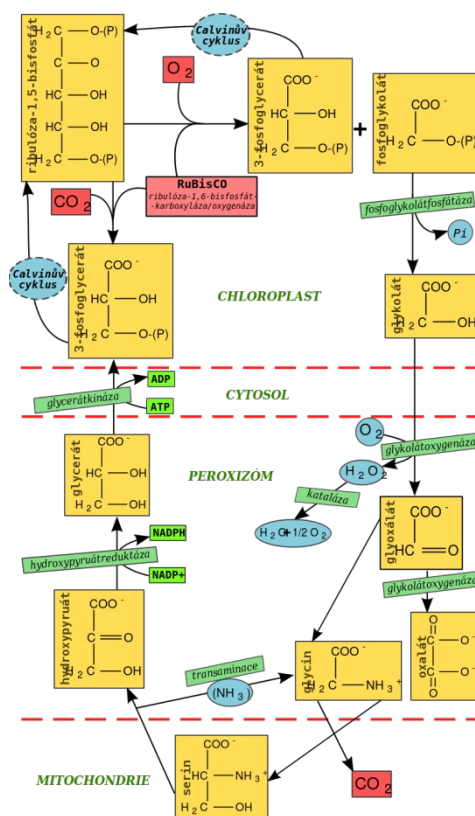
○ RUBISCO=Rubisco (RuBisCO)

neboli ribulosa-1,5-bisfosfát-karboxylasa/oxygenasa je enzym, který katalyzuje následující typy reakcí:

- karboxylaci neboli fixaci CO<sub>2</sub> v Calvinově cyklu temnostní fáze fotosyntézy (na ribulosa-1,5-bisfosfát se váže CO<sub>2</sub>).
- oxidaci substrátu CO<sub>2</sub> pro fotosyntézu při fotorespiraci (na ribulosa-1,5-bisfosfát se váže O<sub>2</sub>)

Biotechnologie (kvašení):

- Kvašení či fermentace je proces přeměny organických látek (nejčastěji sacharidů), při němž za účasti mikroorganismů a jejich enzymů vznikají látky energeticky chudší. Kvašením získávají mikroorganismy energii podobně jako dýcháním; kvašení je sice jednodušší, ale také méně efektivní než dýchání.[1]
- Kvašení má zásadní význam pro potravinářství, ať se jedná o kvašení alkoholové, octové nebo mléčné, o kvašení těsta, piva, vína, jogurtu nebo sýra. Kromě toho se kvašením konzervují potraviny (kysané zelí, okurky, siláž) a získávají hořlavé plyny z bioodpadů. Kvašení může spoléhat na to, že příslušné mikroorganismy jsou např. v mléce nebo ovocné šťávě už přítomné, stále častěji se však kvasinky nebo bakterie příslušného druhu a v patřičném množství dodávají, aby kvašení probíhalo rychleji, případně aby nenastalo nějaké jiné a nežádoucí kvašení. V průmyslových provozech může být kvašení jednorázové, anebo nepřetržitě, při němž se neustále přivádí sladká zápara a odvádí zápara prokvašená.



- Kvašení může probíhat v kyslíkové atmosféře (aerobní kvašení, například octové), anebo bez přístupu kyslíku (anaerobní kvašení, například alkoholové nebo mléčné). Označení fermentace se někdy používá pouze pro anaerobní kvašení. Jako fermentace se běžně označuje i zpracování například listů čaje nebo tabáku, i když se z chemického hlediska nejedná o fermentaci.

#### Alkoholové kvašení

- Alkoholové kvašení je anaerobní fermentace typická pro kvasinky (rody *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*) a některé bakterie (např. *Zymomonas*). Jsou to mezofilní a kyselému prostředí odolné mikroorganismy. Tato fermentace vyžaduje přítomnost fosforu (např. dihydrogenfosforečnanu) a dusíku (např.  $\text{NH}_4^+$ ). Z jednoduchých cukrů při ní vzniká ethanol a oxid uhličitý).
- Kvasný proces kvasinek probíhá ve dvou krocích:
- V prvním se pyruvát dekarboxyluje na acetaldehyd a oxid uhličitý, tato reakce je katalyzována enzymem pyruvátdekarboxylázou.
- $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + \text{CO}_2$
- Ve druhém kroku je vzniklý acetaldehyd redukován na ethanol, v této reakci vystupuje jako enzym alkoholdehydrogenáza (ADH).
- $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NAD}^+$
- Ve druhé reakci je NADH přeměn zpět na  $\text{NAD}^+$  a tím se buňce opět doplní oxidovaná forma této molekuly
- 

#### Citrónové kvašení

- Citrónové kvašení probíhá za přístupu kyslíku, uskutečňuje ho řada druhů plísní (např. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*...), dochází k oxidaci glukózy za vzniku kyseliny citrónové.
- Máselné kvašení[editovat | editovat zdroj]
- Máselné kvašení je anaerobní štěpení cukrů nebo kyseliny mléčné na kyselinu máselnou za vývoje oxidu uhličitého a vodíku. Z mnoha druhů bakterií je pro máselné kvašení nejobvyklejší *Clostridium butyricum*. *Granulobacter butyricum* vytváří vedle kyseliny máselné též butanol. Máselné kvašení se uplatňuje při máčení lnu, výrobě pšeničného škrobu kysáním a při zrání některých sýrů. Máselné kvašení je nežádoucí např. při přípravě siláže.

#### Mléčné kvašení

- Mléčné kvašení je kvasný pochod bez přístupu vzduchu (anaerobní), při němž bakterie vyrábějí z jednoduchých sacharidů (hlavně mono-, di- a oligosacharidů) kyselinu mléčnou. Podle použitého kmene mikroorganismu vznikají vedle ní (homofermentativní kvašení) ještě i jiné metabolity, například těkavé kyseliny, ethanol nebo oxid uhličitý (kvašení heterofermentativní). Tato fermentace je náročná na podmínky prostředí, původci často vyžadují vitamíny a dusíkaté organické látky. Využívá se například ke konzervaci okurek, zelené píce (siláže), při výrobě tvarohů, sýrů. Princip přípravy kysaného zelí.

#### Octové kvašení

- Octové kvašení je aerobní kvašení alkoholu za vzniku kyseliny octové. Uskutečňují je bakterie rodu *Acetobacter*. Princip přípravy octa.

#### Propionové kvašení

- Propionové kvašení je anaerobní kvašení způsobované bakteriemi z čeledi *Propionibacteriaceae*, jeho hlavním produktem je kyselina propionová. Navazuje většinou na mléčné kvašení a kyselinu mléčnou dále zpracovává na kyselinu



propionovou, kyselinu octovou a oxid uhličitý, díky kterému vznikají plynné výdutě v některých druzích sýrů (např. „oka“ v ementálu).[2]

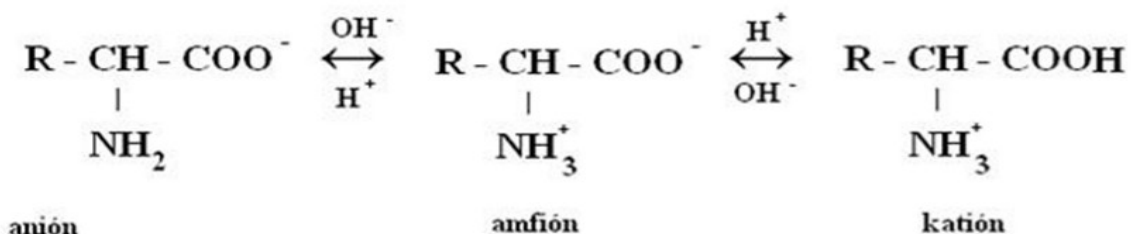
■

## Bílkoviny

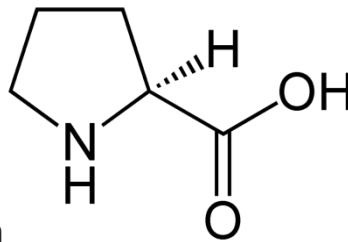
-základní složka všech organismů

-biopolymery

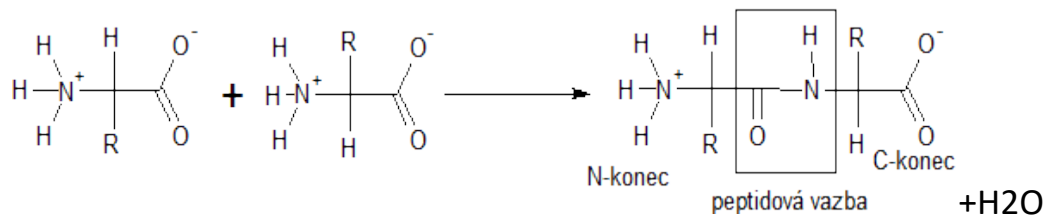
- Zkl. Stavební jednotka – aminokyseliny
- - < 100 = peptid, >100 = proteiny
  - Když se napojují – peptidová vazba mezi NH a C=O
  - R – CH (dole NH<sub>2</sub>) – COOH
    - Příklady (místo R)
      - H – glycin (Gly)
      - CH<sub>3</sub> – alanin (Ala)
      - CH<sub>2</sub>OH – serin (Ser)
  - **Soli karboxylových kyselin** vznikají náhradou kyselého atomu vodíku karboxylové kyseliny za kationt kovu nebo amonný kationt
  - Izoelektrický bod-taková hodnota pH roztoku, při níž se amfion nepohybuje v elektrickém poli, teda volný náboj je nulový, izoelektrický bod lze určit pro každý amfion
    - Amfion (vnitřní sůl)= je ion, který ve své molekule obsahuje pozitivní i negativní náboj v různé části molekuly, jehož celkový náboj je ale neutrální.
    - Protože bílkoviny umí být jako kyseliny i zásady, až na tento amfion
  - Závisí to na složení pufru (což je konjugovaný pár kyseliny a nebo zásady a jejich soli, který je schopný udržovat v jistém rozmezí stabilní pH po přidání kyseliny či zásady do systému. Pufry jsou obvykle směsi slabých kyselin a jejich solí, nebo směsi slabých bází a jejich solí. Pufrační kapacita je maximální, pokud je koncentrace obou konjugovaných složek pufru stejná, tj. při pH rovném pKa pufru.), v němž se provádí elektroforéza (soubor separačních metod, které využívají k dělení látek jejich odlišnou pohyblivost ve stejnosměrném elektrickém poli.)
  - Když je pH nižší je to kladný, když je pH vyšší je to záporný



- Skupiny aminokyselin (pracovní list)
  - Nepochární (často končí CH<sub>3</sub>)
- - Polární (často končí molekulou s vodíkem (H, OH, NH<sub>2</sub>, kov a vodík)
    - Serin, glutamin, tyrosin
  - Kyselé (končí CO<sub>2</sub>H skupinou na obou stranách)
    - kyselina asparagová
    - kyselina glutamová
  - Zásadité (končí amonným kationtem)
    - Lysin, arginin, histidin
  - Iminokyseliny (NH<sub>2</sub> skupina na α-uhlíku je zacyklená s postranním řetězcem)



- Př: prolin
  - Esenciální AK (náš organismus je nedokáže syntetizovat)
    - Lysin, Leucin, Histidin, Methionin
  - Proteionogenní AK (opak esenciálních)
    - Jsou kódované (každá aminokyselina má vlastní kód nebo kód tvořen 3 nukleotidy (kodonem/tripletem))
  - Alfa
    - NH<sub>2</sub> na prvním chirálním uhlíku (první uhlík po karboxyl skupině)
  - L- AK
    - Jako u sacharidů (nejčastější)
    - Alfa-L aminokyselin je jen asi 23
- Primární struktura bílkovin
- Pořadí AK, které jsou nějak zařazeny za sebou
  - Vznik peptidové vazby



- - Mezi C=O a NH
  - Vznikají v ribozomech
  - 2D (plochý)
  - Amidová (NH)
  - Vzniká kondenzací (odštěpení H<sub>2</sub>O) a zaniká hydrolýzou (opak kondenzace)
  - N a C konec strukturují bílkovinu, translace většinou běží od N konce k C konci
  - N= H<sub>2</sub>N
  - C=COOH
  - Pravidlo N-konce = pravidlo určující stabilitu a tedy i životnost bílkoviny, určuje se podle 2 zabudované aminokyseliny, protože první aminokyselina je většinou vystřižena specifickou proteázou. Pokud je tedy druhou AK třeba (leucin nebo tyrosin či lysin) tak bude aminokyselina podléhat rychlému rozkladu
- Sekundární struktura bílkovin
  - Orientace v prostoru (alfa helix, beta - skládaný list)
  - Vodíkové můstky (stabilizují molekulu)
  - Šroubovice (alfa- helix)- buď pravotočivá, nebo levotočivá
  - Skládaný list

## β - skládaný list



- Existují i další utvary (Zninkový prst (uvnitř je koordinačně navázany zinek na zbytky cysteinu a histidinu, lecitinový zip)
- Terciální struktura bílkovin
  - Výsledný tvar v prostoru
  - Globulární tvar (klubko)

- Histony, imunoglobuliny, fibrinogen (srážlivost krve, přeměna na fibrin, což jsou nerozpustná vlákna v krvi, ucpou díru)
  - Fibrilární (vlákno)/skleroprotein
    - Tvar vlákna, nerozpustný ve vodě ( keratin (rohovina, kryje povrch těla+kožní deriváty ( nehty, vlasy,...)), kolagen(opora pojivových tkání, podílí se na tvorbě vitamínu C), elastin(pružná bílkovina, opěrné tkáně))
    - Aktin a myosin – svalová vlákna
  - Typy interakcí mezi molekulami (pracovní list)
    - Vodíkový můstek(nejsilnější nezávislá interakce, vodík plus silně elektronegativní prvek s volným ele. párem (O, N, F)
    - Disulfidový můstek( kovalentní vazba mezi 2 atomy síry, vzniká oxidací 2 sulfhydrylových (SH) skupin
    - Iontová
    - Hydrofobní interakce
- Kvartérní struktura
  - Více řetězových podjednotek
  - Metaloproteiny (obsahuje kov jako kofaktor)-hemoglobin, myoglobin,..)
  - Fosfoproteiny (kyselina fosforečná jako kofaktor)-kasein
  - Chromoproteiny (barevná skupina vázána k peptidovému řetězci)-hemoglobin (hem je barevný kofaktor)
  - Lipoproteiny (hydrofobní část fosfolipidů – jádro, hydrofilní a proteinová část - obal)-slouží k transportu látek nerozpustných ve vodě, jsou to micely lipidů spolu s proteiny na povrchu, při VLDL, LDL (zlý cholesterol), HDL (dobrý cholesterol)
  - Glykoproteiny (proteiny s navázanými sacharidy-glykosylací)-sacharidy jsou vázány glykosidickou vazbou, dělíme je podle typu vazby na N-vázané a O-vázané (mucinový typ) a C-vázané
  - Glykosylace probíhá v golgiho aparátu
- Vlastnosti bílkovin
  - Jen globulární bílkoviny jsou rozpustné ve vodě
  - Vsolování
    - U sféroproteinů- vzrůst rozpustnosti v důsledku malých koncentrací neutrálních solí
  - Vysolování

- Vratný děj
  - Srážení bílkoviny za pomoci soli (př. bílkovina + NaCl)
  - Denaturace
    - Nevratný děj
    - Bílkovina + silnější kyselina, UV záření, ethanol, vyšší teplota nebo sůl těžkého kovu
    - Př. smažení vajíček
    - Bílkovina ztratí svou strukturu, tudíž i funkci
  - Koloidní roztoky – směs, jež má vlastnosti, které se nachází mezi heterogenní a homogenní směsí. Gel-lehce vysušený koloidní roztok, xenogel (vysušený gel)
  - Koagulace
    - Nevratný děj, kdy rozplete danou bílkovinu na až primární strukturu (třeba srážení krve)
- Dělení na jednoduché a složené bílkoviny

#### Jednoduché:

##### a) peptidy:

- Oxytocin – hormon produkován hypotalamem a skladován v neurohypofýze, vyvolává stahy děložní svaloviny
- Inzulin – hormon produkován Langerhansovými ostrůvky ve slinivce břišní. Usnadňuje difuzi krevní glukózy do svalových a tukových buněk, kde pak dochází k syntéze glykogenu a tuků. Tím snižuje hladinu glukózy v krvi. Při nedostatečné produkci inzulinu dochází k nemoci zvané cukrovka (diabetes mellitus)
- Endorfin – patří mezi enkefaliny, působí jako neurotransmitery a neuromodulátory, regulují emocionální projevy
- Penicilin – antibiotikum, dělají ho houby
- Glukagon - hormon, působí proti inzulinu, produkován alfa buňkami slinivky břišní, snižuje hladinu cukru v krvi podnícením syntézy glykogenu,

##### b) vláknité proteiny:

nerozpustné ve vodě

- kolagen - základní stavební hmota pojivových tkání

- keratin - protein tvořící vlasy a nehty
- myozin+aktin - proteiny tvořící svaly, zodpovědné za svalové stahy
- fibrin - protein zapříčiňující srážení krve, z globulárního fibrinogenu (účinkem trombinu)
- elastin - základní složkou některých typů vaziva, slouží ke zpevnění

#### c) globulární proteiny:

- histony - proteiny, na které se namotávají vlákna DNA
- albuminy - proteinů krevní plazmy
- Globuliny-proteiny vyskytující se v krevní plazmě
- fibrinogen - vzniká z něj fibrin, hraje roli při srážení krve

#### složené:

##### a) fosfoproteiny

- složené bílkoviny, jejichž prosthetickou skupinou je kyselina fosforečná
- např. kasein (parakasein) - mléčná bílkovina
- pepsin-trávicí enzym v žaludku, vznik z pepsinogenu, ten je v žaludku aktivován předchozími pepsiny, potřebuje kyselé prostředí, proto je v žaludku kyselo

##### b) chromoproteiny

- bílkoviny obsahující barevnou skupinu (pigment je jejich prostetická skupina)
- např. hemoglobin - přenašeč kyslíku v krvi
- cytochromy- bílkoviny s hemovou skupinou, střídavě redukuji a oxidují železo z  $Fe^{2+}$  na  $Fe^{3+}$  a zpět, tímto procesem přenáší elektron ( jsou to přenašeče elektronu)- ve fotosyntetizujících organismech, v mitochondriích, enzymatické komplexy,...
- myoglobin-váže a přenáší kyslík ve svalových buňkách

##### c) metaloproteiny

- protein, který obsahuje jako kofaktor kov nebo prostetickou skupinu
- (hemoglobin, myoglobin, *transferin*, *ferritin*)
- Transferin-v játrech, metabolismus železa, slouží jako přenašeč železa do cílových míst)
- Ferritin-zásobní bílkovina železa v játrech a slezině, slouží jako zásobárna železa

#### d) glykoproteiny

- proteiny s navázanými sacharidy
- (imunoglobuliny-proteiny, které se podílí na imunitním systému, umí identifikovat a zničit cizí objekty v těle, svou vazbou na cizí objekt, znehodnocuje účinnost jejího antigenu, spojují se s dalšími imunoglobiny a drží cizí objekty ve větším nerozpustném celku a lákají fagocytující buňky

#### e) lipoproteiny

- Micely (koule s hydrofilním obalem a hydrofobním vnitřkem) lipidů a v tucích rozpustných látek s proteiny na povrchu, jejichž funkcí je transport ve vodě nerozpustných lipidů a dalších v tucích rozpustných látek vodním prostředím krve( VLDL, LDL,HDL)



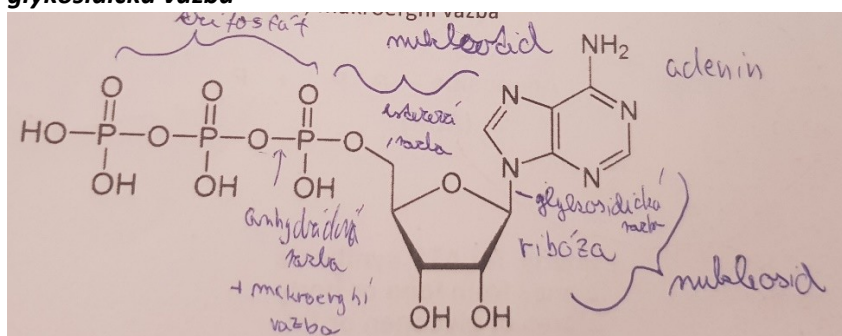
## 25 METABOLISMUS

= látková výměna

=soubor chemických reakcí probíhajících v buňce

### 2 funkce: ENERGETICKÁ

- **Katabolismus**-rozklad složitějších látek na jednodušší, uvolní se energie a vzniká **ATP**= adenosintrifosfát->je to nukleotid, skládá se z **adeninu, ribózy a tří fosfátů**, mezi fosfáty **anhydridová vazba**, mezi fosfátem a ribózou **esterová vazba** a mezi adeninem a ribózou **glykosidická vazba**



(příklad: glukóza -> oxid uhličitý + voda)

- **Anabolismus** – z jednodušších látek vznikají složitější, spotřeba ATP (příklad: vznik tuků do zásoby, fotosyntéza)

### STAVEBNÍ

Jsou to rychlé chemické reakce, protože jsou katalyzovány enzymy

Více reakcí -> **metabolické dráhy**

**Amfibolické dráhy** – metabolické dráhy, které slouží jak k anabolismu, tak ke katabolismu, např. citrátový cyklus=Krebsův cyklus

**Anaplerotické reakce** – reakce, které vytvářejí meziprodukty citrátového cyklu

## Metabolismus sacharidů

### TRÁVENÍ SACHARIDŮ

- ústní dutina (**enzymy ptyalin a amyláza**) + střeva

- v trávicí soustavě je **amylázy** štěpí na monosacharidy -> vstřebávají se do krve -> vrátnicovou cévou do jater -> v játrech se přeměňují na glukosu -> glykolýza -> oxidační dekarbonizace pyruvátu -> krebsův cyklus -> dýchací řetězec => energie

při **anabolismu** se mění **glukosa na glykogen** a skladuje se v játrech

### Glykolýza

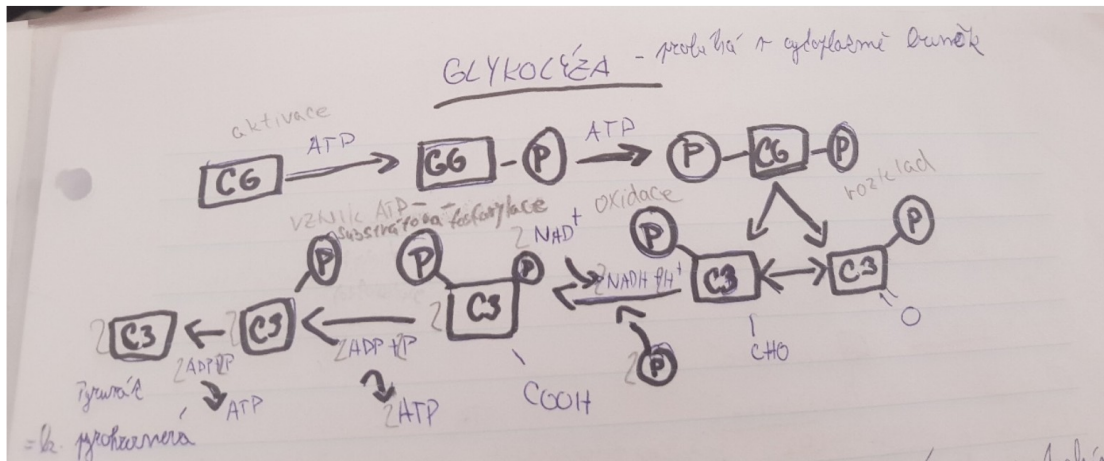
Probíhá v cytoplazmě buněk

**Cíl:** rozložit složitější látku na jednodušší s energetickým ziskem ATP

**Vstupní látky:** glukóza, 2 ATP, 2 NAD<sup>+</sup>

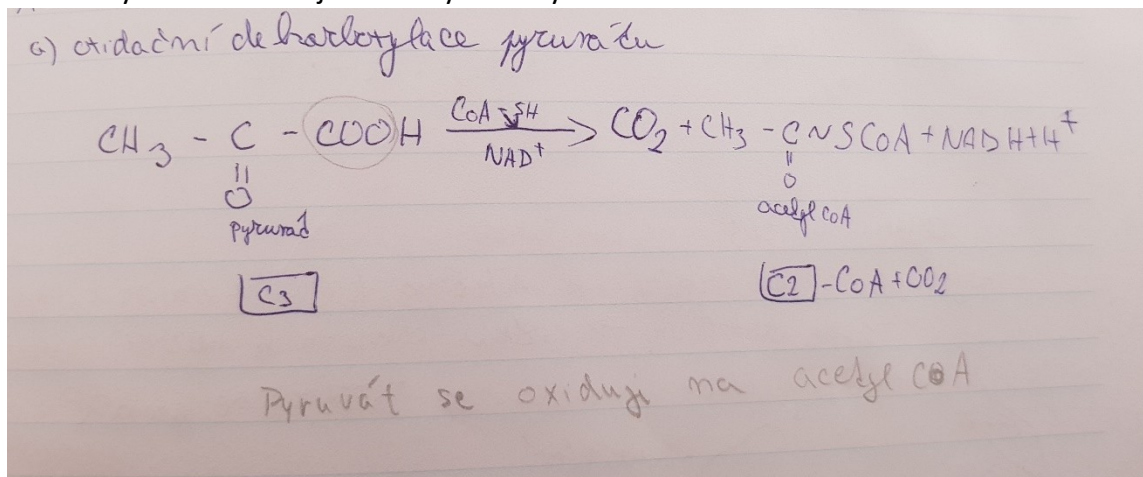
**Výstupní látky:** Pyruvát = C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>(tříuhlíkatý), 4 ATP, 2 NADH + H<sup>+</sup>

**Energetická bilance:** 2 ATP na jednu molekulu glukózy C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>



## AEROBNÍ ODBOURÁVÁNÍ KYSELINY PYROHROZNOVÉ:

- **Oxidační dekarboxylace pyruvátu**
- Matrix mitochondrie
- Pyruvát se oxiduje na acetyl koenzym A



- **Krebsův cyklus (citrátový cyklus)**
- Acetyl koenzym A vstupuje do Krebsova cyklu → 2x dekarboxylace → koenzym A se odpojí
- Smyslem je odbourat acetyl koenzym A pomocí dekarboxylace s energetickým ziskem a ještě získáme redukované koenzymy
- **Dýchací řetězec**
- kristy mitochondrií
- Systém oxidoreduktáz
- Oxidoreduktázy seřazeny podle stoupajícího redoxního potenciálu
- cíl: regenerovat koenzymy NADH → uvolňuje se energie (3 ATP)

### ANAEROBNÍ:

- > kvašení -> smysl: regenerace koenzymů
- **Coriho cyklus**
- ve svalech při námaze vzniká kyselina mléčná (mléčné kvašení), když dojde kyslík → jde do krve → játra odbourávají kyselinu mléčnou a odbourává se pyruvát
- koenzym se oxidoval (NADH + H<sup>+</sup> → NAD<sup>+</sup>)

- Alkoholové kvašení  
-acetaldehyd se redukuje na ethanol

### Metabolismus lipidů

Funkce: energetická a stavební

**Lipázy** je štěpí na mastné kyseliny a glycerol

Štěpení začíná v dvanáctníku-pomocí žluči, dále pomocí střevních lipáz, enzymy trypsin a chemotrypsin

- BETA-oxidace mastných kyselin

-matrix mitochondrií

-probíhá na druhém uhlíku

-MK se spojí s koenzymem A a aktivuje se->vznikne redukovaný koenzym FADH<sub>2</sub>-

>dochází ke vzniku dvojně vazby->adice vody->vzniká alkohol->oxidace->alkohol se přeměňuje na keton->vnik redukovaných koenzymů NADH+H<sup>+</sup> -> rozštěpení molekuly na Acetyl Koenzym A a Acyl koenzym A.

Acetyl koenzym A -> pokračuje do Krebsova cyklu

Acyl koenzym A->vrací se na začátek a celá reakce probíhá znovu= Lynenova spirála

### Metabolismus bílkovin

Proteázy je štěpí na aminokyseliny

Funkce: stavební

Anabolismus: proteosyntéza-> bílkoviny tělu vlastní

Proteosyntéza:

- Replikace – kopírování molekul DNA pro nově vznikající buňky za reprodukčního cyklu
- Transkripce – přepis informace uložené v DNA mRNA, cytoplazma
- Translace – překlad z řeči bází do řeči aminokyselin, syntéza bílkovin, cytoplazma a ribozomy

Katabolismus:

-**Odstranění NH<sub>2</sub> skupiny**->(NH<sub>3</sub>/oxokyseliny)

- Deaminace  
→ AK-NH<sub>2</sub>->oxokyselina+ NH<sub>3</sub>
- transaminace  
→ AK<sub>1</sub> NH<sub>2</sub>+ oxokyselina<sub>2</sub> ->Oxokyselina<sub>1</sub>+ AK<sub>2</sub> (přehazují si NH<sub>2</sub> skupinu)
- Oxidační dekarboxylace-> vznikají biogenní aminy
- Většina aminokyselin se transaminuje s 2-oxoglutaratem za vzniku L-Glutamatu a oxokyseliny ( ta se zapojuje do dalšího metabolismu) a L-Glutamat. Ten se pak oxiduje při procesu deaminace (vodou) na 2 oxoglutarát a NH<sub>3</sub>

-**Osud oxokyseliny**

- **Glukokenní**->zapojují se do metabolismu cukrů
- **Ketogenní**-> zapojují se do metabolismu tuků

-**Osud amoniaku(NH<sub>3</sub>)**

- **Aminotelní(ryby)**->vylučuje NH<sub>3</sub> do vody

- **Ureotelní(savci)**->vylučujeme močovinu, která je rozpustná ve vodě(která vniká v jaterních buňkách->krev->ledviny)  
**Ornithinův cyklus-močovinotvorný cyklus)**
- **Urikotelní(ptáci)** vylučování kyseliny močové