

**ORGANICKÁ**

**CHEMIE**

**František Zachoval**

## ORGANICKÁ CHEMIE

Chemické látky rozdělujeme na:

### 1. Anorganické (neústrojné, nerostné)

Napr.: oxidy, halogenidy, sulfidy, hydroxidy, anorganické kyseliny a jejich soli. → ANORGANICKÁ CHEMIE

### 2. Organické (ústrojné)

Napr.: uhlovodíky, cukry, tuky, bílkoviny, organické kyseliny a jejich soli. → ORGANICKÁ CHEMIE

Organická chemie - věda o vzniku, složení, struktuře, vlastnostech a významu organických sloučenin (sloučenin uhlíku).

Organické sloučeniny - sloučeniny uhlíku mimo  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ .

V historii org. chemie možno rozlišit 3 období:

#### ① Období vitalistické teorie

Org. sloučeniny vznikají působením nadpřirozené životní síly vitalis → vitalismus.

Zastávce J.J. Berzelius - švédský badatel

#### ② Období strukturní teorie

Začíná r. 1858 vyslovením strukturní teorie.

Autorem je F.A. Kekulé - německý chemik českého původu. Další rozvoj ovlivnili: van't Hoff, Le Bel, Butlerov.

Jedná se o podrobně propracovanou představu o uspořádání atomů v molekulách a tvaru molekul.

#### Hlavní body strukturní teorie:

- uhlík je ve všech org. sloučeninách čtyřvázný
- atomy uhlíku mohou tvořit řetězce (otevřené i uzavřené, větvené i nevětvené)
- atomy uhlíku se mohou vázat vazbami: jednoduchou, dvojnou nebo trojnou
- čtyři jednoduché vazby vycházející z atomu uhlíku navzájem svírají úhel  $109^\circ 28'$

#### ③ Období reakčních mechanismů

Hlavním úkolem je zkoumání dílčích reakcí a na základě teoret. poznatků navrhování sledu syntetických organických reakcí k přípravě nových látek (napr. r. 1960 - syntéza chlorofylu).

#### Kvalitativní složení organických látek

V org. slouc. zastoupeno poměrně málo prvků. Jsou to: C, H, O, N, P, S, halogeny a některé kovy.

#### Důkaz uhlíku:

- a) zahřívání, spalení org. látky → zčernání = uhlík
- b) oxidace org. látky s  $\text{CuO}$  → oxidace C na  $\text{CO}_2$  → zavedení do  $\text{Ca(OH)}_2$  → vznik  $\text{CaCO}_3$  (bílá sražen.)

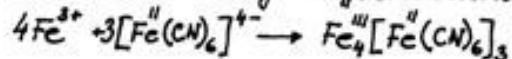
#### Důkaz vodíku:

- a) zahřívání org. l. v suché zkumavce → orosení zkumavky → důkaz H
- b) zahřívání org. látky s  $\text{CuO}$  → oxidace H na  $\text{H}_2\text{O}$  → kondenzace  $\text{H}_2\text{O}$  na stěnách zkumavky → reakce s dehydratovaným  $\text{CuSO}_4$  → vznik  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (zmodrá)

### Důkaz dusíku:

a) zahříváním s NaOH nebo natronovým vápnem se uvolňuje  $NH_3$ , který dokážeme .....

b) žiháním s kovovým Na vznikne NaCN, který vyluhujeme a dokážeme jako „berlínskou modř.“



### Důkaz síry:

Žiháním s kovovým Na vznikne  $Na_2S$ , který vyluhujeme a dokážeme Ag plůškem nebo solemi  $Pb^{2+}$ .

### Důkaz halogenů:

Cu drát se namočí do org. látky a vsune do nesvitivého plamene kahanu. Přítomnost halogenu prokáže zelená barva plamene (Beilsteinova zk.)

### Porovnání vlastností organ. a anorgan. látek

ORGANICKÉ	ANORGANICKÉ
- citlivé k teplu (tají, rozkládají se, mnohé hoří)	- odolnější vůči teplu (hůře se taví, většinou nehoří)
- v $H_2O$ většinou nerozpustné	- v $H_2O$ většinou rozpustné
- v org. rozpouštědlech dobře rozpustné	- v org. rozpouštědlech zcela nerozpustné
- roztoky O.L. špatně vodivé	- roztoky A.L. dobře vodiče
- chem. reakce pomalejší	- chem. reakce rychlé
- většinu O.L. lze spálit (spaliny obsahují vždy $CO_2$ a $H_2O$ ).	

### ZDROJE ORGANICKÝCH LÁTEK

Přírodní zdroje lze rozdělit na:

1. Fossilní (prarečné)

2. Recentní (současné)

ad 1) Fossilní suroviny

vznikly složitými přeměnami těl živočichů a rostlin v dávných dobách. Patří sem všechny druhy uhlí (antracit, černé, hnědé, lignit), ropa, zemní plyn, rašelina, přírodní asfalt, ozokerit, jantar.... Jsou využívány, těžba se snadněji mechanizuje; vyčerpateľné (zatím nenahraditelné).

ad 2) Recentní suroviny

vznikají v současnosti. Patří sem užitkové rostliny a živočichové. Jsou méně využívány, ale neustále se obnovují - nevyčerpateľné (koloběh přír.).

### METODY IZOLACE ORG. LÁTEK

O.L. je v přírodním zdroji obvykle ve směsi. Izolovat se dá různými metodami.

1. Destilace

Fyzikální metoda izolace kapalných látek ze směsi založená na rozdílné  $t_v$  složek.

Př: zpracování ropy a dehtů

2. Extrakce

využívá rozdílné rozpustnosti O.L. v různých rozpouštědlech.

Př: Soxhletův extraktor

### 3. Krystalizace

využívá různé rozpustnosti látek v rozpouštědle za různé teploty. Využívá se k izolaci pevných látek ze směsí získaných např. extrakcí.

### 4. Chromatografie

využívá schopnosti některých pevných látek (adsorbentů) poutat na sebe (adsorbovat) jiné pevné, kapalné či plynné látky.

#### a) chrom. sloupcová

○ směsi látek ve vhodném rozpouštědle nalijeme na vhodný adsorbent (např.  $Al_2O_3$ ) a promýváme rozpouštědlem. Dojde k frakční adsorpci látek v různých zónách sloupce.

#### b) chrom. papírová

fcí adsorbentu plní speciální chromatografický papír, na který se nanese kapka analyzované směsi a konec papíru se ponoří do rozpouštědla.



Chr. sloupcová



Chr. papírová vzestupná

### VAZBY V MOLEKULÁCH O.L.

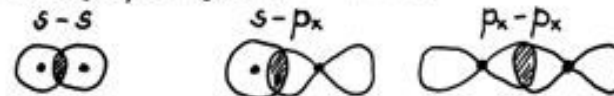
Většina O.L. - kovalentní vazba

Kovalentní vazba - 2 atomy sdílejí 1 nebo více elektronových párů.

- a) jednoduchá - sdílení 1 el. páru
  - b) dvojná - sdílení 2 el. párů
  - c) trojná - sdílení 3 el. párů
- } vazby násobné

#### Vazba jednoduchá

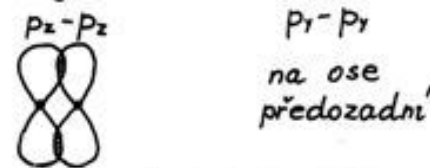
Téměř vždy jde o vazbu  $\sigma$ . Největší elektronová hustota mezi středy vázaných atomů. Vazby  $\sigma$  vznikají překryvem orbitalů:



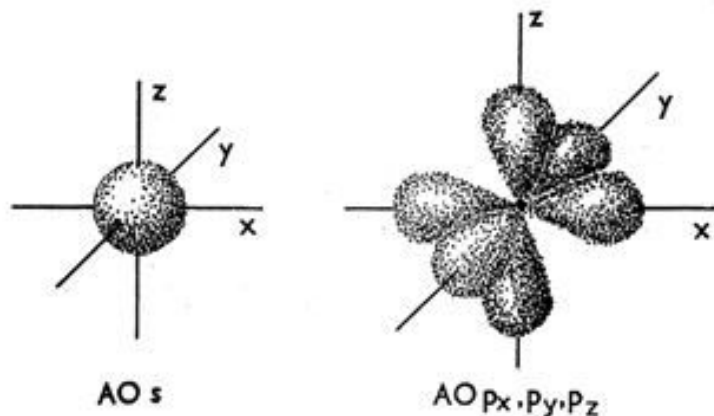
Např: C-C ; C-H ; C-O ; C-S ; C-X

#### Vazby násobné

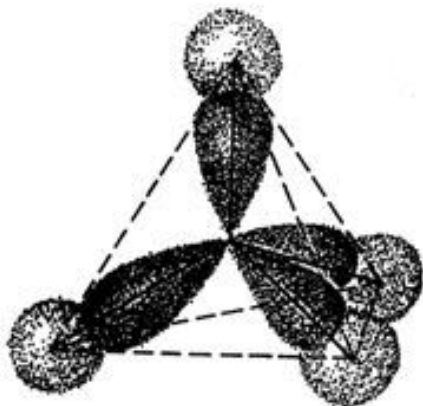
Kromě 1 vazby  $\sigma$  přítomna 1 nebo 2 vazby  $\pi$   
U vazby  $\pi$  leží maximum elektronové hustoty mimo spojnicí jader vázaných atomů. Vazby  $\pi$  vznikají překryvem orbitalů:



Např: dvojná C=C ; C=O ; C=N  
trojná C $\equiv$ C ; C $\equiv$ N



Vlnově mechanické schéma vzniku hybridních orbitů  $sp^3$  v atomu uhlíku



PODSTATA VAZEB V ORGANICKÝCH SLOUČENINÁCH  
 Teorie AO (atomových orbitalů) vysvětluje vznik vazby stejně u látek anorgan. i organických. Vychází z principu překryvu AO. Pro O.L. mají zásadní význam vazby vycházející z atomu uhlíku.  
 Elektron. konfigurace atomu C je:

${}^6\text{C}: 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$  nebo  $1s \uparrow\downarrow 2s \uparrow\downarrow 2p \uparrow\uparrow\downarrow \rightarrow$   
 takový atom C vytvoří pouze 2 vazby do nichž poskytne po jednom nespárovaném elektronu. V O.L. je uhlík vždy čtyřvazný - musí mít proto k dispozici 4 nespárované e<sup>-</sup>. Takový stav může nastat při tzv. excitaci (vzbuzený stav):

${}^6\text{C}^*: 1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$  nebo  $1s \uparrow\downarrow 2s \uparrow 2p \uparrow\uparrow\uparrow$   
 Rovnocennost všech 4 vazeb vycházejících z atomu uhlíku vysvětluje teorie hybridizace.

#### Hybridizace $sp^3$

účastní se jí 1 AO s a 3 AO p. Vytvoří se 4 hybridní AO  $sp^3$ . Mají tetragonální symetrii (pravidelný čtyřstěn) a vazebný úhel  $109^\circ 28'$ . Mohou vzniknout 4 vazby  $\sigma$ . (viz obr.)

#### Hybridizace $sp^2$

se účastní 1 AO s a 2 AO p. Vytvoří se 3 hybridní AO  $sp^2$ . Mají trigonální symetrii s úhlem  $120^\circ$  (rovnostředný trojúhelník). Mohou vzniknout 3 vazby  $\sigma$  a 1 vazba  $\pi$ . Hybridní AO poskytují vazby  $\sigma$ ; nehybridní AO pouze vazbu  $\pi$ .

Př: atomy C v ethénu (ethylenu)

### Hybridizace sp

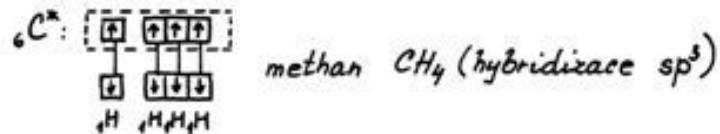
se účastní 1 AO s a 1 AO p. Zbývající AO p zůstávají nehybridizované a podílejí se na vzniku 2 vazeb  $\pi$ . 2 hybridní AO sp svírají úhel  $180^\circ$  a vytváří 2 vazby  $\sigma$ .

Př: atomy C v ethinu (acetylénu)

### Teorie hybridizace (smíšení, kombinace, sjednocení)

je teorie, která vysvětluje vznik rovnocenných vazeb z energeticky nerovnocenných orbitalů daného atomu a prostorové uspořádání těchto vazeb (hybridních orbitalů).

Hybridizované orbitály označujeme společným rámečkem, který vyjadřuje jejich stejnou energii.

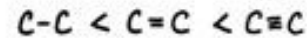


### Poznámka:

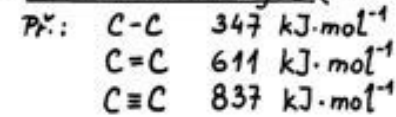
- 1) hybridizace je pouze teorie (matematická metoda) - nikoli reálný proces
- 2) hybridizací se nemění počet orbitalů
- 3) pro hybridizaci se užívají AO, které se příliš neliší energií.

### Pevnost vazby

Je pro různé vazby různá. V případě atomů C stoupá pevnost vazby od jednoduché k trojné:

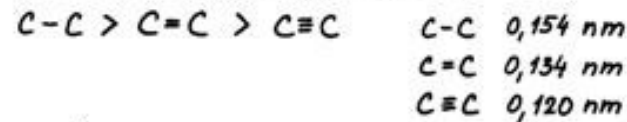


Energie potřebná na rozštěpení chem. vazby = disociační energie (též vazebná energie).



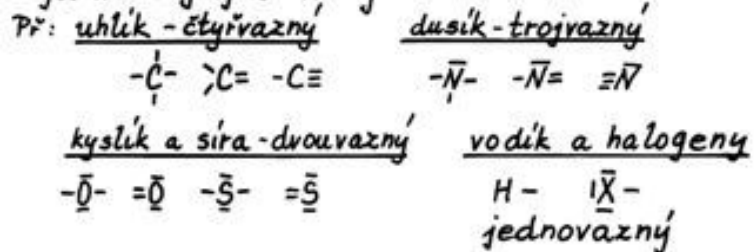
### Délka vazby

Je tím menší, čím větší počet el. párů atomy sdílejí. V případě atomů C se délka vazby zkracuje od jednoduché ke trojné takto:



### Vaznost

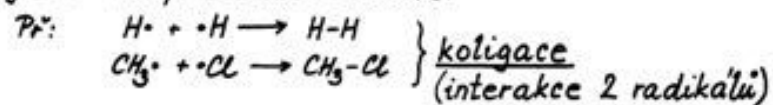
Je počet kovalentních vazeb, které daný atom vytváří s jinými atomy.



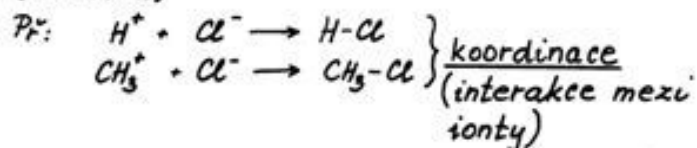
## VZNIK A ZÁNİK VAZEB

### Vznik vazeb

- a) Chem. vazba vzniká, má-li každý z partnerů po jednom neparovém elektronu.

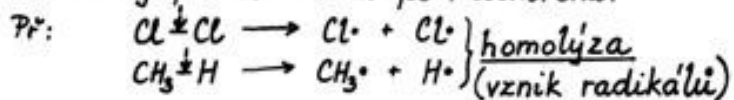


- b) Chem. vazba vzniká, má-li jeden z partnerů celý elektr. pár a druhý partner má prázdný AO (vakantní)

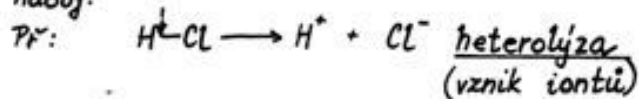


### Zánik vazeb

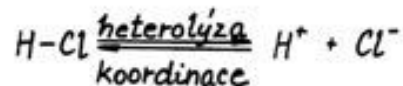
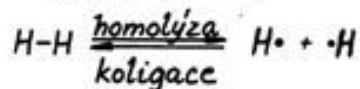
- a) Nepolární či slabě polární vazby se štěpí tak, že každý partner získá po 1 elektronu.



- b) Polární vazby se štěpí tak, že jeden partner získá celý elektr. pár a s ním i záporný náboj, druhý partner získá ztrátou elektronu kladný náboj.



Vztah mezi pojmy vyjadřujícími vznik a zánik vazeb:

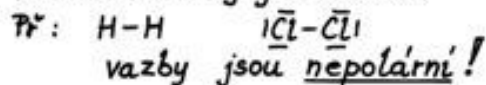


## POLARITA VAZEB A MOLEKUL

Polarita chem. vazby - nerovnoměrné rozložení elektronové hustoty vazebných elektronů mezi atomy. Rozložení může být:

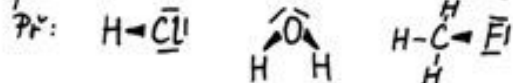
- a) Symetrické

při vazbě stejných atomů



- b) Nesymetrické

při vazbě atomů o různé elektronegativitě



vazby jsou polární!

označujeme pomocí  $\delta^+$  a  $\delta^-$  (parciální náboj)



Molekuly mají povahu dipólu, je charakterizován tzv. dipólovým momentem  $\mu$ .

$$\mu = l \cdot \delta$$

l - délka vazby

$\delta$  - jednotkový náboj

Dipólmoment je vektor (velikost + směr).

### Polarita vazby x polarita molekul

#### 1. Dvouatomové molekuly:

##### a) s nepolárními vazbami

Molekuly jsou nepolární. Pr:  $H_2, N_2, Cl_2, \dots$

##### b) s polárními vazbami

Molekuly jsou polární. Pr:  $HCl, H-Br, HF, \dots$

#### 2. Polyatomové molekuly

##### a) s nepolárními vazbami

Molekuly jsou nepolární. Pr:  $P_4, S_8, -\overset{\cdot}{C}-\overset{\cdot}{C}-\overset{\cdot}{C}-$

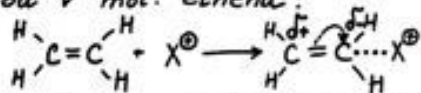
##### b) s polárními vazbami jsou:

- nepolární (jednotlivé dipólmomenty stejné velké a ruší se. Pr:  $CF_4, CCl_4, CH_4, Cl-Be-Cl$ )

- polární (jednotlivé dipólmomenty se neruší)  
Pr:  $CH_3Cl, NH_3, CHF_3, \dots$

### Polarizovatelnost vazby

je schopnost vazby být polarizována. Např. dvojná vazba v mol. ethénu:



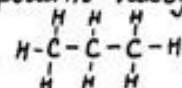
Vazba  $C=C$  je nepolární. Vlivem částice  $X^{\oplus}$  došlo k polarizaci. Polarizovat lze vazby polární i nepolární.

Lépe se polarizují vazby  $\pi$ , obtížněji  $\sigma$ .

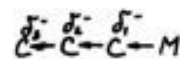
Reaktivitu molekul více ovlivňuje polarizovatelnost než polarita.

### Indukční efekt [I]

Jedná se o posuny elektronů vyvolané přítomností polární vazby. (týká se pouze vazeb  $\sigma$ )



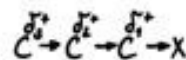
I efekt se neuplatňuje



I efekt se uplatňuje [+I]

M-atom elektroaktiv. prvku

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



I efekt se uplatňuje [-I]

X-atom elektronegativ. prvku

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

### +I efekt

vyvolávají atomy nebo skupiny atomů, které přitahují vazebné elektrony slaběji než vodíkový atom.

Např:  $Li, Mg, -CH_3, -CH_2CH_3, -CH(CH_3)_2, -C(CH_3)_3$

### -I efekt

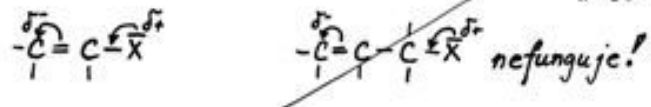
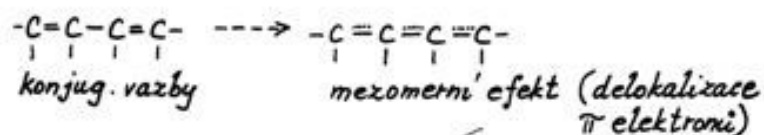
vyvolávají atomy nebo skupiny atomů, které přitahují vazebné elektrony silněji než vodíkový atom.

Např:  $-F, -Cl, -Br, -I, -NH_2, -OR$



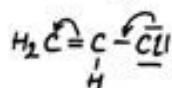
### Mezomerní efekt [M] = konjugiční

Dochází k němu pouze v systémech, kde se pravidelně střídají jednoduché a násobné vazby nebo tam, kde je v konjugaci s = nebo  $\equiv$  vazbou atom s volným elektron. párem.



### +M efekt

vyvolávají atomy nebo skupiny atomů, které poskytují své elektrony konjugovaným systémům.



Např.: -F, -Cl, -Br, -I, -NH<sub>2</sub>, -OH, -SH

### -M efekt

vyvolávají atomy nebo skupiny atomů, které konjugov. systémům elektrony odčerpávají.



Např.: -CN, -NO<sub>2</sub>, =O, -COOH

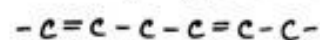
### Vzájemná poloha dvojných vazeb

Sloučeniny s jednoduchými vazbami - sl. nasycené  
Slouč. s dvojnými a trojnými vazbami - sl. nenasycené  
Vlastnosti nenasycených slouč. ovlivňuje rozmístění násobných (hl. dvojných vazeb).

### Rozlišujeme dvojně vazby:

#### 1) izolované

jsou odděleny nejméně 2 vazbami jednoduchými



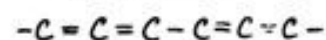
#### 2) konjugované

pravidelně se střídá dvojná a jednoduchá vazba



#### 3) kumulované

několik dvojných vazeb za sebou



### Znázorňování stavby molekul OL

V anorgan. chemii vystačíme většinou s vzorci sumárními; např.:  $H_5P_3O_{10}$ ;  $Na_2B_4O_7$ ; ...

V organické chemii užíváme vzorce:

#### ① Empirické

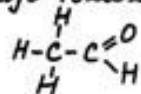
udávají nejmenší číselný poměr atomů prvků v molekule. Glukosa  $C_6H_{12}O_6$  má empir. vzorec  $CH_2O$ .

#### ② Souhrnné = sumární

udávají skutečný počet atomů jednotlivých prvků v molekule. Glukosa  $C_6H_{12}O_6$ ; acetaldehyd  $C_2H_4O$ .

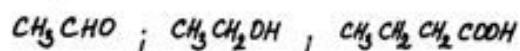
#### ③ Strukturální

udávají rozložení atomů ve struktuře molekuly.



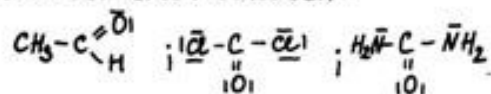
#### ④ Racionální

jsou zjednodušené strukturmi



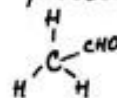
#### ⑤ Elektronové

udávají rozložení elektronů v molekule, zejména v tzv. reakčních centrech.



#### ⑥ Prostorové (perspektivní)

udávají prostorovou orientaci jednotlivých vazeb.



Poznámka: kromě vzorců užíváme v org. chemii napodobeniny prokazatelného tvaru - modely.

Při konstrukci modelů nutno dbát na:

- poměrnou velikost atomů
- valenční úhly
- délku vazeb

Nejčastěji užívané modely:

a) kuličkový



b) kalotový

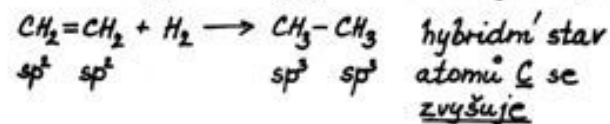


### Klasifikace reakcí organ. sloučenin

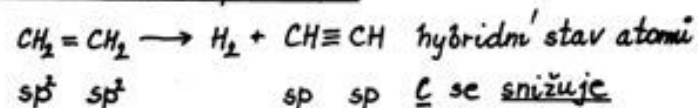
#### I. Podle vnějších změn

a) adice (připojení) Ad

přeměna dvojných a trojných vazeb na jednoduché

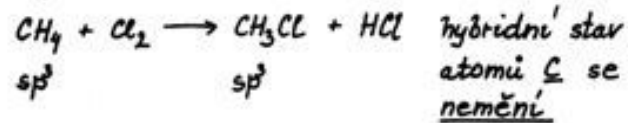


b) eliminace (odštěpování) E



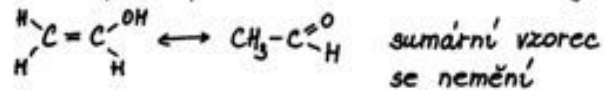
### c) substituce (záměna) S

atom či skupina atomů se nahradí jiným atomem či skupinou.



### d) přesmyk

dochází k přeskupení atomů uvnitř molekuly



## II. Podle vazebných změn

### a) štěpení vazeb

- homolýza
- heterolýza

### b) vznik vazeb

- koligace
- koordinace

## III. Podle reagujících částic

### a) radikálové

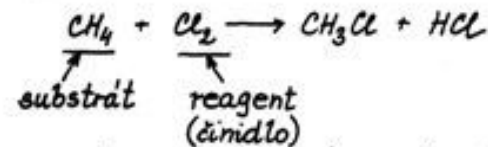
### b) iontové

## Reaktanty, reagenty, substráty a produkty

Chem. rovnice obecně:



konkrétně:



Substrát - látka výchozí podlehající změnám (většinou složitější).

Reagent - látka výchozí reagující s různými substráty stejným způsobem.

### Typy reagentů (čínidel)

Atakující čínidlo napadající reakčním centrem molekuly substrátu může mít povahu:

#### 1) Radikál

částice s nepárovým elektronem;  $R\cdot$

Např.:  $\text{H}\cdot$ ,  $\text{Cl}\cdot$ ,  $\text{CH}_3\cdot$ ,  $\cdot\text{OH}$

Vznikají homolýzou, zanikají koligací

#### 2) Ion

a) částice disponující elektrony = ANION

značíme  $\text{Nu}^\ominus$  (nukleofil) - vyhledává v substrátu místo s nejmenší elektronovou hustotou.

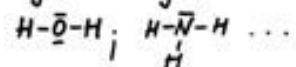
b) částice s nedostatkem elektronů - nositel

kladného náboje, značíme  $E^\oplus$  (elektrofil) -

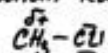
vyhledává místa s největší elektron. hustotou

Poznámka:

K nukleofilům počítáme i částice bez náboje, disponující volným elektron. párem



K elektrofilům počítáme kromě kationtů i částice s parciálním kladným nábojem



Atakující činidlo disponující elektrony a odštěpující ze substrátu  $\text{H}^{\oplus}$ , nazýváme báze  $\text{B}^{\ominus}$  (Brønstedova teorie kyselin a zásad).

### Reakční mechanismy

Podle povahy reagentů a podle reakčních podmínek mohou reakce probíhat různým mechanismem. Např. substituce může být trojího druhu:

$S_{\text{R}}$  - substituce radikálová (alkany)

$S_{\text{E}}$  - substituce elektrofilní (areny)

$S_{\text{N}}$  - substituce nukleofilní (alkylhalogenidy)

### Názvoslovní org. sloučenin

- 1 Triviální (tradiční)  
podle výskytu či vlastností o.l. (kys. mravenčí, pikrová)
- 2 Dvousložkové (radikálově-funkční)  
název radikálu + skupinový derivát (methylalkohol, ...)
- 3 Systematické  
kmen uhlovodíku + předpony a přípony (1,2,3-propantriol)

### NÁZVOSLOVÍ ORGANICKÝCH SLOUČENIN

#### ① ALKANY (parafíny)

- nasycené acyklické (alifatické) uhlovodíky bez násobné vazby. Obecný vzorec  $\text{C}_n \text{H}_{2n+2}$ .

##### a) s nerozvětveným řetězcem

Systematické názvy vyšších alkanů se tvoří ze základu řeckých nebo latinských číslovek a z přípony -an.

Př:	pentan	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$
	hexan	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$
	hexadekan	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$
	ikosan	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{CH}_3$
	triakontan	$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$	

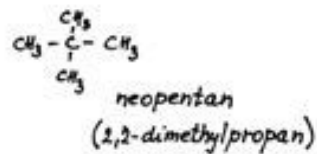
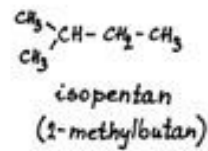
##### b) s rozvětveným řetězcem

Bostranní řetězce rozvětvených alkanů tvoří uhlovodíkové zbytky (radikály). Odvozují se odnětím vodíku od alkanu nerozvětveného. Mají jednotnou příponu -yl, která nahrazuje příponu -an. Obecný název alkyl.

methan	→	methyl	$\text{CH}_3-$
ethan	→	ethyl	$\text{CH}_3\text{CH}_2-$ $\text{C}_2\text{H}_5-$

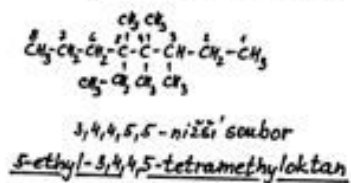
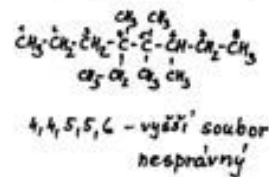
Semisystematické názvy některých alkanů podle způsobu

rozvětvení:	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
	pentan



### Tvorba názvu systematického:

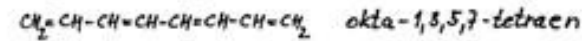
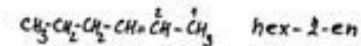
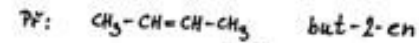
- určíme nejdelší řetězec
- řetězec očíslováme tak, aby substituenty nesly co nejnižší čísla
- substituenty pojmenujeme, přiřadíme jim čísla (lokanty) a stejným substituentům předradíme násobící předponu
- předpony seřadíme podle abecedy a sestavíme název



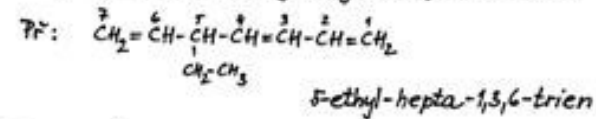
### ① ALKENY (olefiny)

- nenasycené acyklické uhlovodíky s jednou dvojnou vazbou.  
Obecný vzorec  $C_nH_{2n}$ .

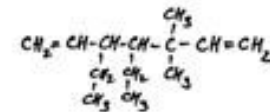
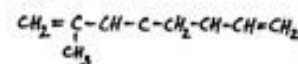
Alkadieny obsahují dvě dvojně vazby. Obecný vz.  $C_nH_{2n-2}$ .  
Názvy nerozvětvených uhlovodíků se tvoří od příslušného alkanu nahrazením přípony -an příponou -en nebo -dien (2 dvojně vazby).



Názvy rozvětvených uhlovodíků tvoříme tak, že vyhledáme hlavní řetězec s největším počtem násobných vazeb. V případě rovnosti volíme řetězec s větším počtem atomů C. Číslováme tak, aby násobné vazby měly co nejnižší čísla.



Pojmenujte:

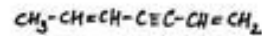
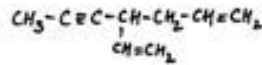
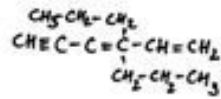
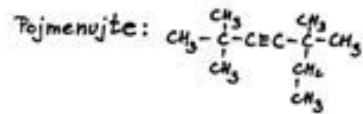


### ② ALKYNY (acetyleny)

- nenasycené acyklické uhlovodíky s jednou trojnou vazbou.  
Obecný vzorec  $C_nH_{2n-2}$ .

Jsou-li v molekule dvojně i trojně vazby, pak se uvádějí nejprve dvojně a pak trojně. Poloha dvojně vazby se označuje nižším číslem.



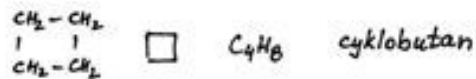
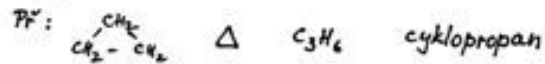


#### ④ CYKLOALKANY

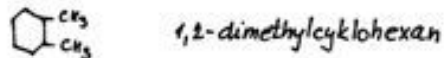
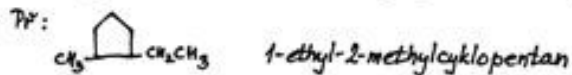
- nasycené cyklické uhlovodíky bez násobných vazeb.

Obecný vzorec  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ .


Názvy se tvoří od základního uhlovodíku pomocí předpony cyklo-.



Polohu substituentů vyjadřujeme co nejmenšími čísly a radikály řadíme podle abecedy před název cykloalkanu.



Uhlovodíkové zbytky:  $\triangle$  cyklopropyl

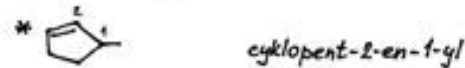
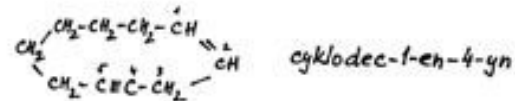
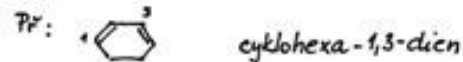
 cyklohexyl

#### ⑤ CYKLOALKENY

- nenasyčené cyklické uhlovodíky s 1 dvojnou vazbou.

Obecný vzorec  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ .

Poloha násobných vazeb v kruhu se vyjadřuje co nejmenšími čísly přednostně před polohou uhlovodíkových zbytků.



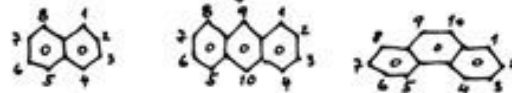
\* atom uhlíku s volnou vazbou v radikálu má číslo 1.!

#### ⑥ ARENY (aromatické uhlovodíky)

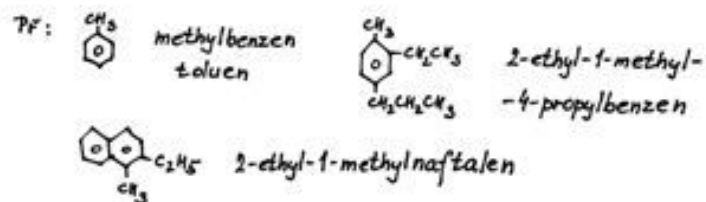
- cyklické uhlovodíky s konjugovaným systémem dvojných vazeb.

Základní areny mají triviální názvy (benzen, naftalen, ...).

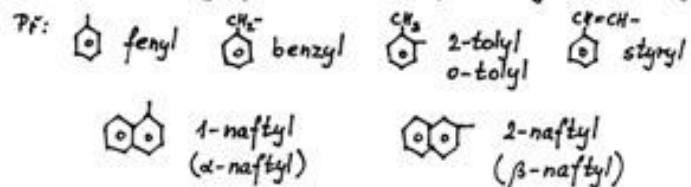
Číslování kondenzovaných arenů:



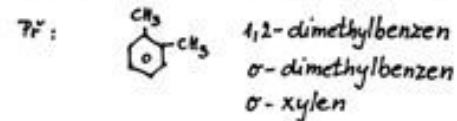
Názvosloví arenů s postranními řetězci je obdobné jako u cykloalkanů.



Uhlovodíkové zbytky od arenů mají obecný název aryl.



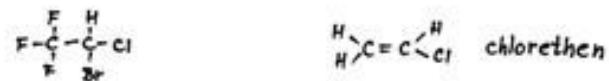
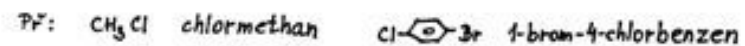
Disubstituované deriváty benzenu - číslování má přednost před užíváním písmenkových předpon  $o$ -,  $m$ -,  $p$ -.



### ⑦ HALOGENDERIVÁTY

- sloučeniny, které obsahují vazbu C-X. Odvozují se od všech druhů uhlovodíků náhradou 1 nebo více atomů vodíku atomem halogenu.

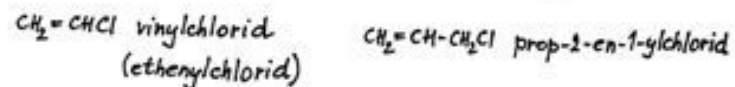
a) substituční názvy  
(název halogenu + základní uhlovodík)



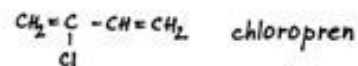
2-chlor-2-brom-1,1,1-trifluorethan

b) funkční skupinové názvy

(uhlovodíkový zbytek + halogenid)



c) triviální názvy



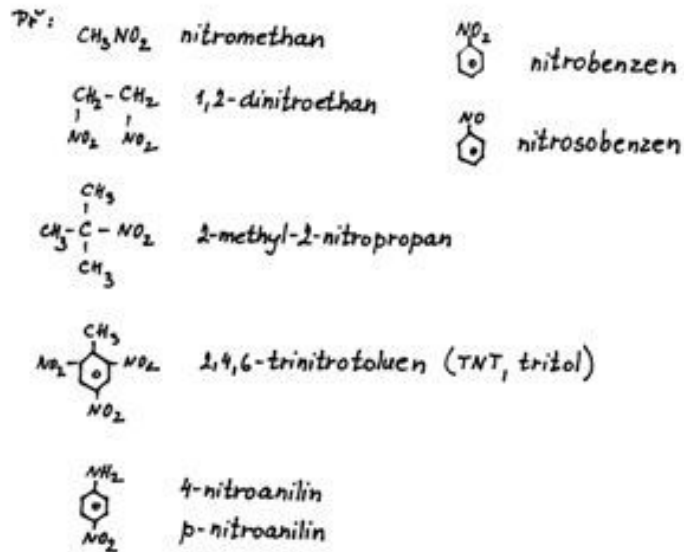
### ⑧ NITROSLOUČENINY A NITROSLOUČENINY

Nitrosloučeníny vznikají náhradou atomu vodíku v uhlovodíku jednovalnou skupinou  $-NO_2$ . Obecný vzorec  $R-NO_2$ .

Nitrososloučeníny vznikají náhradou atomu vodíku na terciárním atomu uhlíku skupinou  $-NO$ . Obecný vzorec  $R-NO$ .

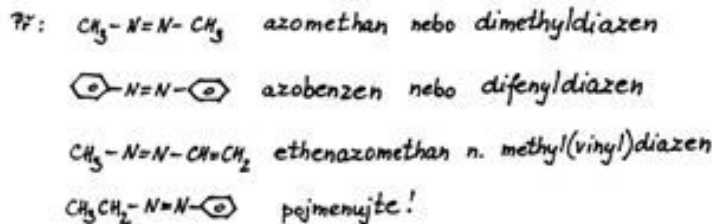
Názvy se tvoří výhradně substitučním názvoslovím připojením

předpony nitro- (nitroso-) k názvu uhlovodíku.



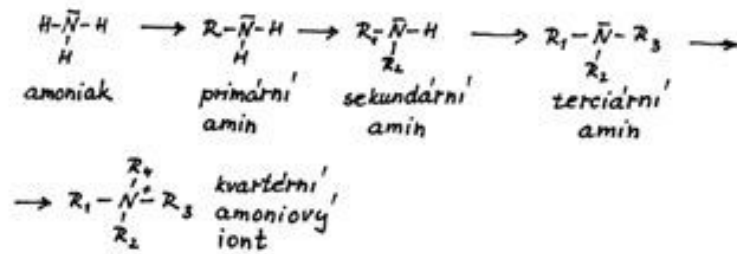
### ⑨ AZOSLOUČENINY

- dusíkaté deriváty uhlovodíků, které obsahují azoskupinu  $-\text{N}=\text{N}-$ . Na tuto skupinu se mohou vázat dva stejné nebo dva různé radikály.



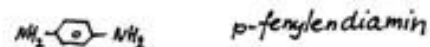
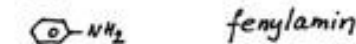
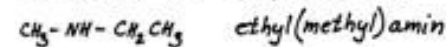
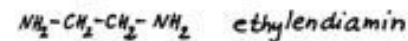
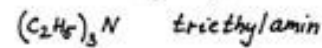
### ⑩ AMINY

- dusíkaté deriváty uhlovodíků, které vznikají náhradou vodíkových atomů v amoniaku uhlovodíkovými zbytky R.



#### a) funkční skupinové názvy

(uhlovodíkový zbytek + amin)

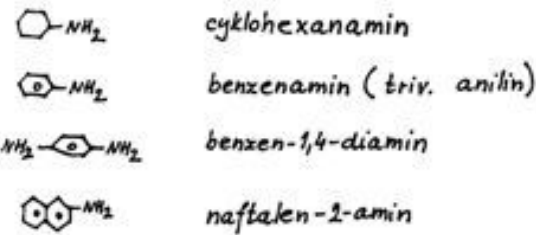


#### b) substituční názvy

(uhlovodík + amin)







#### ④. HYDROXYSLOUČENINY

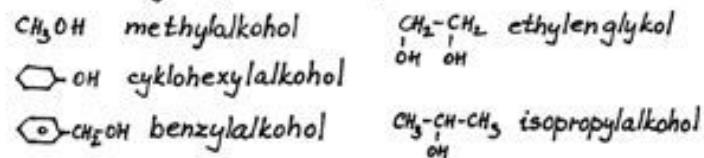
- kyslíkaté deriváty uhlíků, které obsahují jednu nebo více hydroxyskupin -OH. Obecný vzorec R-OH. Dělí se na alkoholy a fenoly.

##### ALKOHOLY

- sloučeniny u nichž se jednovazná skupina -OH váže na uhlíkový atom, který není součástí aromatického kruhu. Přítomnost -OH skupiny se vyjadřuje příponou -ol (resp. -diol; -triol, ...). Hydroxyskupina má při číslování skeletu přednost před alkyly, halogeny i násobnou vazbou.

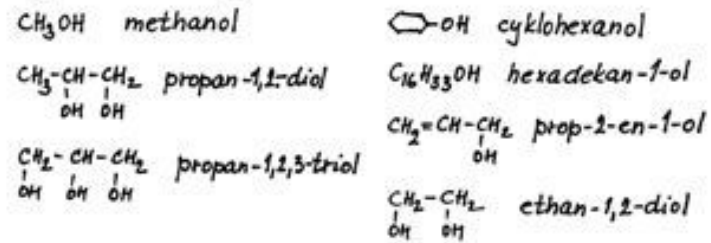
##### a) funkční skupinové názvy

(uhlíkový zbytek + alkohol)

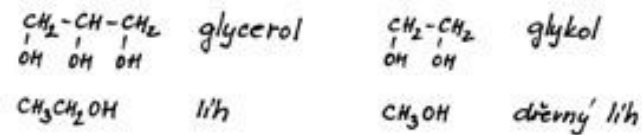


##### b) substituční názvy

(uhlíkový + ol)



##### c) triviální názvy

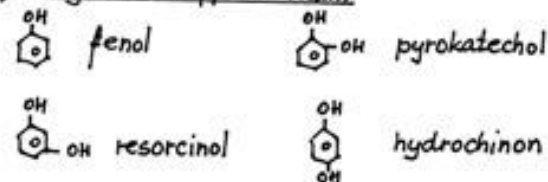


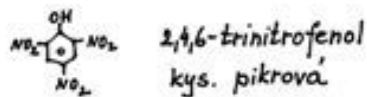
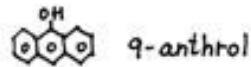
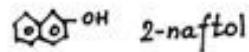
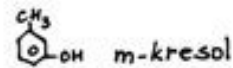
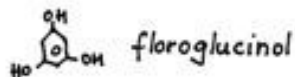
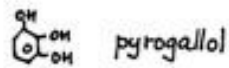
##### FENOLY

- sloučeniny, ve kterých je -OH skupina vázána na uhlík aromatického kruhu.

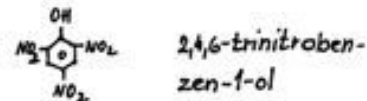
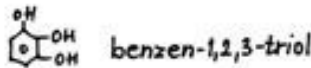
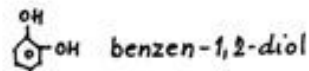
Názvy fenolů jsou hlavně triviální a polotriviální, systematické se užívá méně.

##### a) názvy triviální, polotriviální



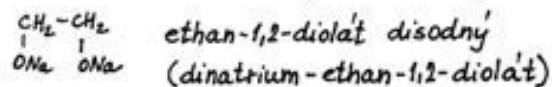
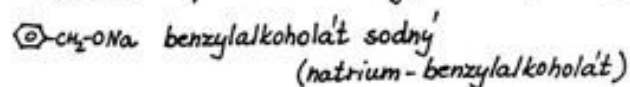
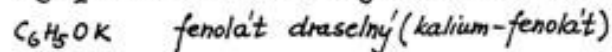
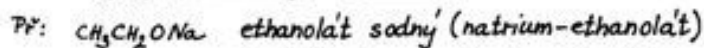


### b) názvy systematické



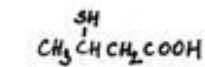
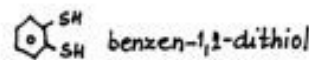
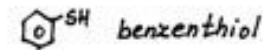
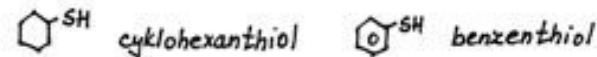
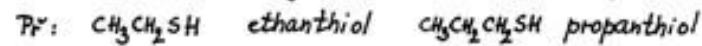
### SOLI ALKOHOLŮ A FENOLŮ

- vznikají reakcí silných zásad s alkoholy a fenoly. Obecně se nazývají alkoholáty a fenoláty.

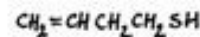


### 12. THIOLY

- sírné obdoby hydroxysloučenin. V molekulách mají charakteristickou skupinu -SH. Pokud je skupina -SH skupinou hlavní, vyznačuje se její přítomnost příponou -thiol. Je-li v molekule jiná nadřazená skupina (např. -COOH), vyjadřuje se přítomnost skupiny -SH předponou sulfanyl-.



3-sulfanylbutanová kyselina



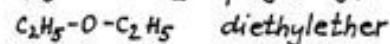
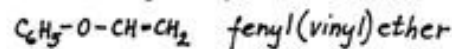
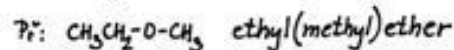
but-3-en-1-thiol

### 13. ETHERY

- kyslíkaté deriváty uhlovodíků, které mají na dvojnásobný kyslíkový atom připojeny 2 uhlovodíkové zbytky R.  
Obecný vzorec  $\text{R}_1-\text{O}-\text{R}_2$ .

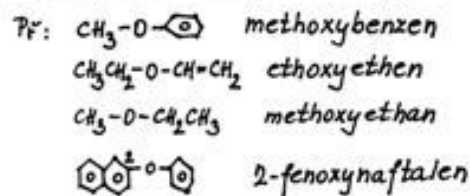
#### a) funkční skupinové názvy

(názvy obou radikálů v abecedním pořadí + ether)

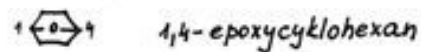
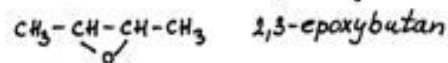


b) substituční názvy

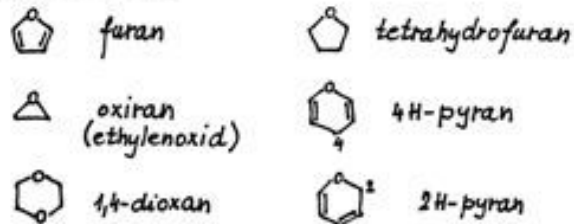
(předpona alkoxy + nadřazený základní uhlíkový)



Názvoslovi etherů s kyslíkovým můstkem - epoxyethery.



Cyklické ethery



14. ALDEHYDY

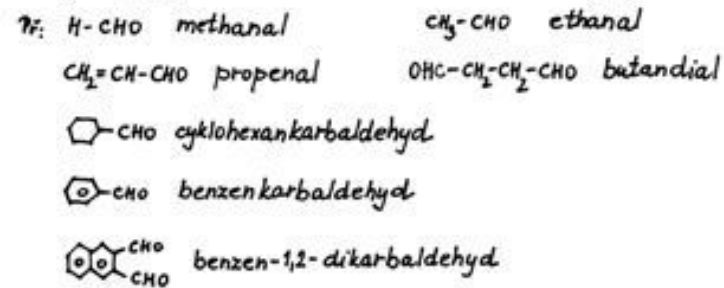
deriváty které vznikají nahradou vodíkového atomu v molekule uhlíkovému aldehydickou skupinou -CHO.

V názvu mají příponu -al (-dial). Obecný vzorec R-CHO.

Obsahují v molekule dvojnásobnou karbonylovou skupinu >C=O.

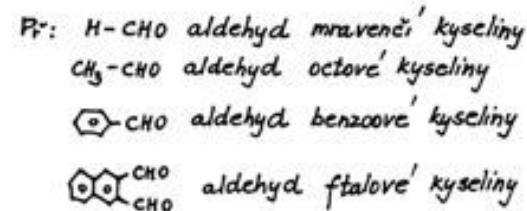
a) substituční názvy

(uhlíkový + -al nebo uhlíkový + karbaldehyd)

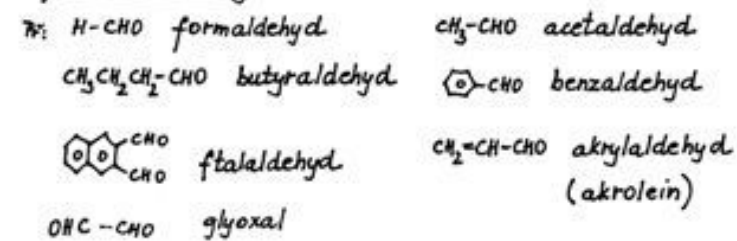


b) opisné názvy

(aldehyd + 2. pád názvu kyseliny)



c) triviální názvy



### 15. KETONY

- sloučeniny, které mají na dvojnásobnou karbonylovou skupinu  $\text{-C=}$  vázány dva uhlovodíkové zbytky  $\text{R}$ .  
Obecný vzorec ketonů  $\text{R}_1\text{-C(=O)-R}_2$ .

#### a) funkční skupinové názvy

(uhlovodíkové zbytky abecedně seřazené + -keton)

$\text{R}^-$ :  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-CO-CH}_3$  ethyl(methyl)keton

$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$  dimethylketon

$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CO-CH}_3$  fenyl(methyl)keton

$\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CO-CH}_3$  methyl(prop-2-en-1-yl)keton

#### b) substituční názvy

(uhlovodík + -on)

$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{CH}_3$  butanon

$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$  propanon

$\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CO-CH}_3$  pent-4-en-2-on

$\text{O}=\text{C}_6\text{H}_4=\text{O}$  cyklohexan-1,4-dion

#### c) triviální názvy

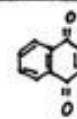
$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$  aceton  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CO-CH}_3$  acetofenon

$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CO-C}_6\text{H}_5$  benzofenon  $\text{O}=\text{C}_6\text{H}_4=\text{O}$  chinon

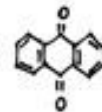
#### d) diketony odvozené od arenů - chinony



4,4-benzochinon  
p-benzochinon



1,4-nafthochinon



9,10-antrachinon  
(anthracen-9,10-chinon)

### 16. KARBOXYLOVÉ KYSELINY

- kyslíkaté deriváty uhlovodíků, které obsahují jednu nebo více karboxylových skupin  $\text{-COOH}$ . Obecný vzorec  $\text{R-COOH}$ .

#### a) substituční názvy

(uhlovodík + -ová kyselina; uhlík v  $\text{-COOH}$  je součástí řetězce)

$\text{CH}_3\text{COOH}$  ethanová kys.  $\text{COOH-COOH}$  ethandiáková kys.

$\text{COOH-CH}_2\text{-COOH}$  propandiáková kys.  $\text{CH}_2=\text{CH-COOH}$  propenová k.

$\text{HOOC-C=C(H)-COOH}$  (z)-butendiáková k.  $\text{H-COOH}$  methanová k.

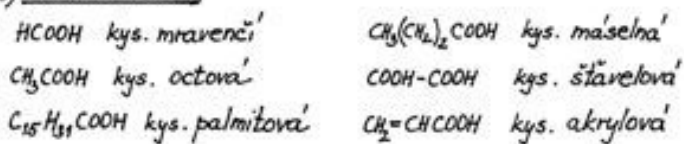
(uhlovodík + -karboxylová kys; uhlík v  $\text{-COOH}$  je mimo řetězec)

$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{COOH}$  cyklohexankarboxylová k.

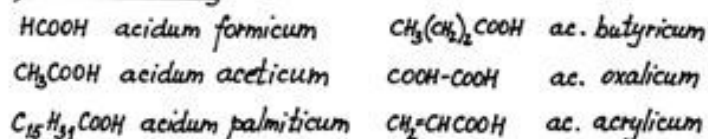
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  benzenkarboxylová k.

$\text{CH}_2(\text{COOH})\text{-CH}(\text{COOH})\text{-CH}_2(\text{COOH})$  propan-1,2,3-trikarboxylová kys.

b) triviální názvy



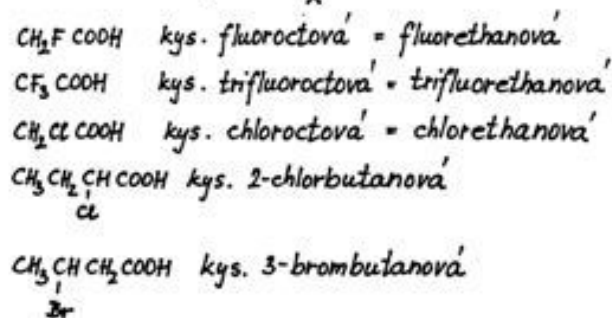
c) latinské názvy



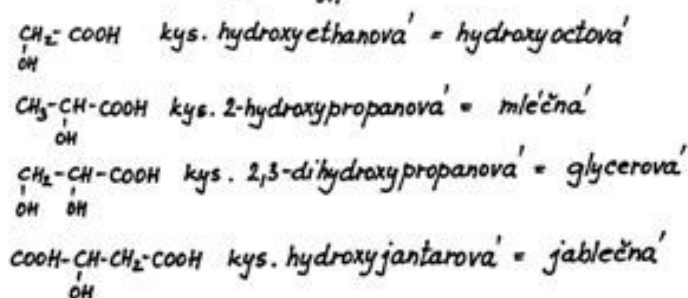
(17) Substituční deriváty karboxyl. kyselin

obsahují ve své molekule kromě skupiny  $-\text{COOH}$  ještě nejméně 1 další skupinu vázanou na jiný než karboxylový uhlík. Rozlišujeme:

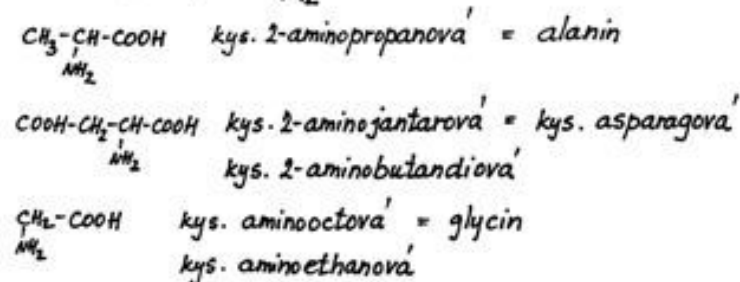
a) halogenkyseliny  $\text{R}-\underset{\text{X}}{\text{CH}}-\text{COOH}$



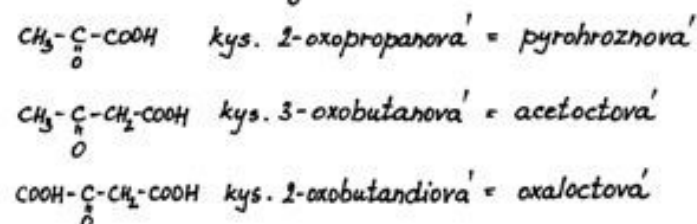
b) hydroxykyseliny  $\text{R}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH}$



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



d) oxokyseliny  $\text{R}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{COOH}$



18) Funkční deriváty karboxyl. kyselin

mají v karboxylové skupině -COOH nahrazen vodík nebo hydroxylovou skupinu jiným atomem nebo skupinou.

a) solí kyselin  $R-COOM^{\pm}$

$CH_3COONa$  octan sodný = natrium-acetát = natrium ethanoát

$(CH_3COO)_2Ca$  octan vápenatý = kalcium diacetát  
kalcium-diethanoát

$\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$  benzoan sodný = natrium-benzoát  
natrium-benzenkarboxylát

$C_{15}H_{31}COONa$  palmitan sodný = natrium-palmitát  
natrium-hexadekanoát

$HO-CH-COOK$  vinnan draselný  
 $HO-\underset{|}{CH}-COOK$  dikalium-tartarát

b) estery kyselin  $R-C(=O)-OR$

$HCOOC_2H_5$  ethylformiát = ethylmethanoát  
mravenčan ethylnatý

$CH_3COOC_5H_{11}$  pentylacetaát = pentylethanoát

$CH_3COOCH=CH_2$  vinylacetaát = vinylethanoát

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOC}_4\text{H}_9)_2$  dibutylftalát

Je možné užívat i opisné názvy:

$HCOOC_2H_5$  methylester kys. mravenčí

$CH_3COOC_2H_5$  ethylester kys. octové

$\begin{matrix} COOC_2H_5 \\ | \\ COOC_2H_5 \end{matrix}$  diethylester kys. šťavelové

c) halogenidy kyselin  $R-C(=O)X$

název acylu + přípona halogenid

$CH_3-C(=O)Cl$  acetylchlorid ethanoylchlorid

$H-C(=O)Br$  formylbromid methanoylbromid

$CH_3CH_2C(=O)F$  propionylfluorid propanoylfluorid

Užívají se i opisné názvy:

$CH_3-C(=O)Br$  bromid kys. octové

$\text{C}_6\text{H}_5-C(=O)Cl$  chlorid kys. benzoové

d) amidy kyselin  $R-C(=O)NH_2$

od názvu acylu odtrhneme -yl a přidáme slovo amid

$CH_3CONH_2$  acetamid amid kys. octové

$\text{C}_6\text{H}_5CONH_2$  benzamid amid kys. benzoové

$HCONH_2$  formamid amid kys. mravenčí


$NH_2OC-CH_2-CH_2-CONH_2$  sukciindiamid diamid kys. jantarové

c) nitrily kyseliny R-CN

od názvu acylu odtrhneme -yl a přidáme -onitril

CH<sub>3</sub>CN acetonitril methylkyanid


CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CN propionitril ethylkyanid

-CN benzonitril fenylokyanid

CH<sub>2</sub>=CHCN akrylonitril vinylkyanid

Opisné názvy:

CH<sub>3</sub>CN nitril kys. octové

-CN nitril kys. benzoové

CH<sub>2</sub>=CHCN nitril kys. akrylové

f) anhydridy R-CO-O-CO-R

CH<sub>3</sub>-C(=O)O-C(=O)CH<sub>3</sub> acetanhydrid

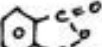
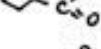
CH<sub>3</sub>-C(=O)O-C(=O)CH<sub>3</sub> anhydrid kys. octové

C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>-C(=O)O-C(=O)C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> butyranhydrid

C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>-C(=O)O-C(=O)C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> anhydrid kys. máselné

CH<sub>3</sub>-C(=O)O-C(=O)CH<sub>3</sub> (smíšený) anhydrid octové

C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-C(=O)O-C(=O)C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> a-propionové kyseliny

-C(=O)O-C(=O)- ftalanhydrid  
anhydrid kys. ftalové

CH=C(COO)CH=C(COO)CH=C(COO)CH=C(COO)CH  
maleinanhydrid  
anhydrid kys. maleinové

19) Deriváty kyseliny uhličité

sloučeniny odvozené nahradou jedné nebo obou -OH skupin v molekule H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jinými jednovaznými skupinami (-NH<sub>2</sub>; -X)

H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> O=C(OH)<sub>2</sub> kys. uhličité

O=C(Cl)<sub>2</sub> dichlorid kys. uhličité = fosgen COCl<sub>2</sub>

O=C(OH)(NH<sub>2</sub>) amid kys. uhličité = kys. karbamová  
NH<sub>2</sub>-COOH

O=C(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> diamid kys. uhličité = močovina (urea)  
CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>

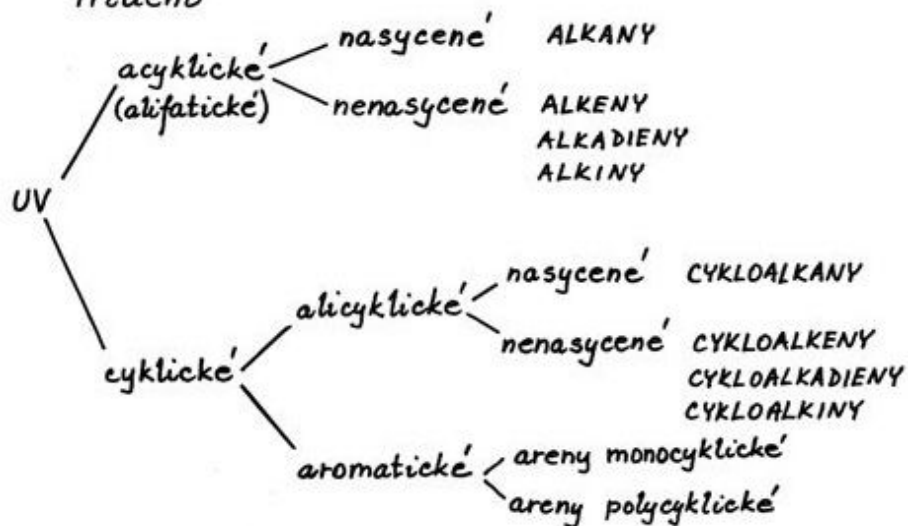
O=C(O-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub> diethylester kys. uhličité  
diethylkarbonát

S=C(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> diamid kys. thiouhličité = thiomčovina  
CS(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>

## UHLOVODÍKY

jsou nejjednodušší organické sloučeniny. Jejich molekuly jsou tvořeny pouze uhlíkem a vodíkem.

Třídění



## ALKANY A CYKLOALKANY

jsou uhlovodíky pouze s jednoduchými vazbami (σ). Jsou nasycené a všechny atomy C mají v hybridním stavu  $sp^3$ .

Obecný vzorec:

Alkany (parafiny)  $C_n H_{2n+2}$

Cykloalkany (cykloparafiny)  $C_n H_{2n}$

Názvosloví

Názvosloví alkanů je základem názvosloví všech organických sloučenin.

Alkany	Cykloalkany
$CH_4$ metan	-
⋮	-
⋮	$C_3 H_6$ cyklopropan
$C_{10} H_{22}$ dekan	$C_4 H_8$ cyklobutan
$C_{11} H_{24}$ undekan	⋮
$C_{12} H_{26}$ dodekan	⋮
$C_{13} H_{28}$ tridekan	⋮
$C_{20} H_{42}$ eikosan	⋮
$C_{30} H_{62}$ triakontan	⋮

Uhlovodíkový zbytek - radikál (R-)

odvodíme odtržením atomu H z molekuly uhlovodíku. Název odvodíme z názvu uhlovodíku změnou koncovky -an koncovkou -yl.



Např: uhlovodík  
 metan  $\text{CH}_4$   
 ethan  $\text{CH}_3\text{-CH}_3$   
 cyklopropan  
 $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array} \triangle$

radikal  
 methyl  $\text{CH}_3$   
 ethyl  $\text{CH}_3\text{-CH}_2$   
 cyklopropyl  
 $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \end{array} \triangle$

### Homologie

je jev, kdy v řadě sloučenin je mezi každými dvěma sousedními členy konstantní rozdíl. Tento jev se označuje jako homologie. Řada sloučenin - homologická řada, jednotlivé sloučeniny - homology a rozdíl mezi dvěma sousedy - homologický rozdíl. Homologie je známa u alkanů, cykloalkanů i jiných sloučenin. V homolog. řadách se plynule mění F vlastnosti

Př:  $\text{CH}_4$     $\text{C}_2\text{H}_6$     $\text{C}_3\text{H}_8$     $\text{C}_4\text{H}_{10}$

### Konformace alkanů a cykloalkanů

Konformace - prostorové uspořádání molekuly

1) Ethan  $\text{CH}_3\text{-CH}_3$

může v důsledku volné otáčivosti  $\text{CH}_3$  skupin kolem vazby C zaujímat množství různých poloh - konformací. Konformery se od sebe liší polohou  $\text{CH}_3$  skupiny. Rozlišujeme 2 krajní konformace:

a) souhlasná (zakrytová)



b) nesouhlasná



Význam: vliv na vlastnosti molekuly (energie)  
 nezakrytová - menší energie  
 zakrytová - větší energie

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

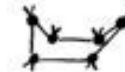
má nerovinnou molekulu (v rovině by bylo velké pnutí - musí být zachován úhel  $109^\circ 28'$  - v šestiúhelníku je  $120^\circ$ ), tvoří se 2 krajní konformace:

a) židličková



energeticky chudší  
 - výhodnější  
 99%

b) vaničková



energeticky bohatší  
 méně výhodná

## IZOMERIE

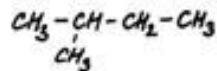
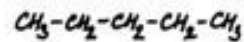
Jev, který spočívá v existenci dvou nebo více látek se stejným molekulovým vzorcem, ale různou strukturou. Takové sloučeniny - izomery.

Rozlišujeme izomery:

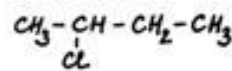
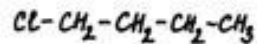
1. konstituční - liší se povahou a pořadím atomů a vazeb v molekulách.
2. konfigurační (stereoizomery) - liší se prostorovým uspořádáním atomů v molekulách.

### Typy konstitučních izomerů

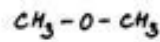
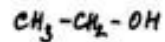
- 1) Řetězové - liší se tvarem uhlíkatého řetězce



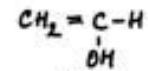
- 1) Polohové - liší se umístěním substituentu na řetězci



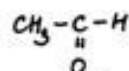
- 3) Skupinové - liší se funkční skupinou



- 4) Tautomery - liší se druhem dvojně vazby



enolforma

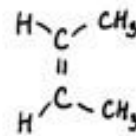


ketoforma

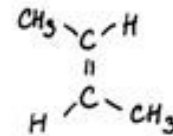
### Typy konfiguračních izomerů

- 1) Geometrické (cis-trans izomery) -

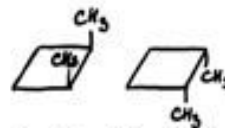
liší se konfigurací ligandů buď na dvojných vazbách nebo na cyklech; mají rozdílné fyz. i chem. vlastnosti.



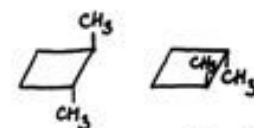
cis-2-buten



trans-2-buten



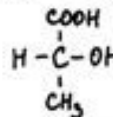
cis-1,2-dimethyl-~~cyclobutan~~



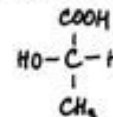
trans-1,2-dimethyl-  
cyclobutan

- 2) Optické antipody (zrcadlové izomery)

jsou svými zrcadlovými obrazy, nelze je ztotožnit ani posunutím ani otočením. Fyz. vlastnosti mají stejné. Liší se optickou otáčivostí.



Kys. (-)-mléčná



Kys. (+)-mléčná

### Fyz. vlastnosti alkanů

$C_1-C_4$  plyny;  $C_5-C_{14}$  kapaliny;  $C_{15}$  → pevné látky  
Nižší kapalné alkyany - benzínový zápach; ostatní  
bez zápachu. Jsou bezbarvé, v  $H_2O$  nerozpustné,  
lehčí než  $H_2O$ , rozpustné v org. rozpouštědlech,  
a jsou dobrými rozpouštědly. Horlavé!  
Vlast. cykloalkanů obdobně.

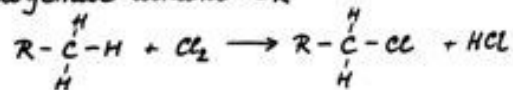
### Rozbor struktury

$\begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ H-C & -C-H \\ | & | \\ H & H \end{array}$  Atomy C v hybrid. stavu  $sp^3$ . Proto  
lze očekávat reakce, při kterých se  
hybr. stav nemění (S) nebo se snižuje  
(E). Vyloučené jsou (A).  
 $sp^3-sp^3$

Vazby C-C a C-H jsou nepolární, proto se před-  
nostně štěpí homolyticky a reakce probíhají  
mechanismem radikálovým.

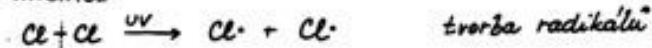
### Chem. vlastnosti (reakce)

#### 1. Halogenace alkanů $S_R$

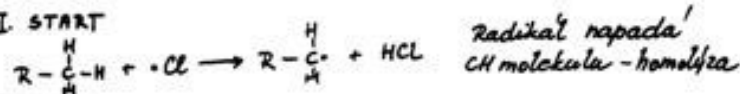


Probíhá ve 4 fázích:

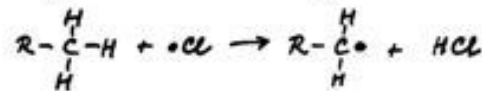
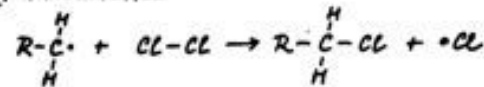
#### I. INICIACE



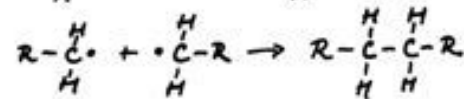
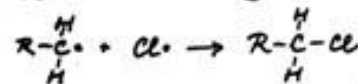
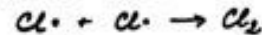
#### II. START



#### III. PROPAGACE

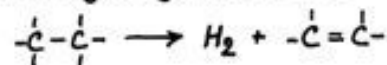


#### IV. TERMINACE



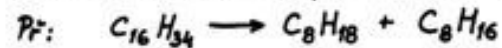
Mechanismem  $S_R$  dále probíhají nitrace  
a sulfonace.

#### 2. Dehydrogenace E

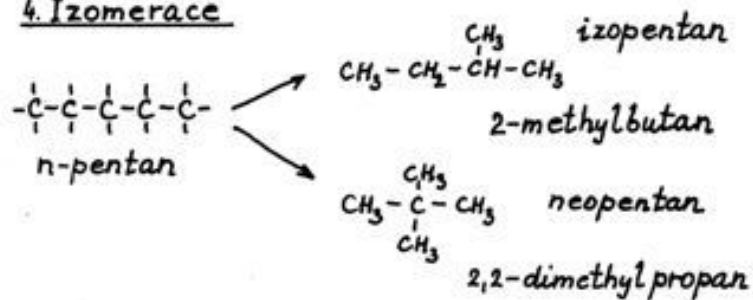


#### 3. Krakování (tepelné štěpení)

Trhání uhlíkatého řetězce za vysokých teplot  
a přítomnosti katalyzátorů. Vznikají nižší  
uhlovodíky větvené i nevětvené, nasycené  
i nenasycené. (zpracování ropy).



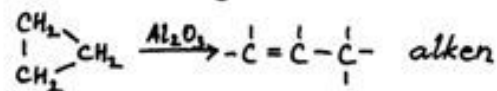
#### 4. Izomerace



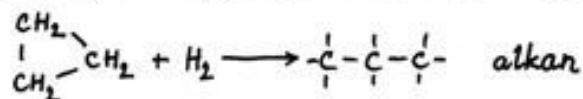
#### 5. Hoření

- všechny alkyany jsou hořlavé
  - nižší hoří nesvitivým plamenem
  - vyšší hoří svitivým čadivým plamenem
  - konečným oxid. produktem alkanů je  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$
  - hoření alkanů - silně exotermická reakce →  
→ topné plyny
  - nižší alkyany se vzduchem vybuchují (duhový plyn)
- Pr. hoření:

#### 6. Izomerace cykloalkanů



#### 7. Katalytická hydrogenace (halogenace) cykloalkanů



#### NENASYCENÉ UHLVODÍKY

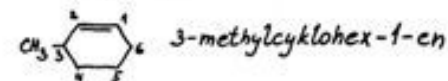
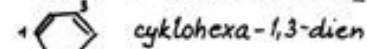
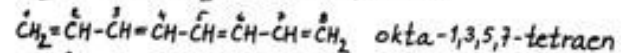
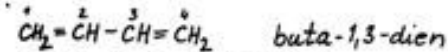
##### A: Alkeny (olefiny)

Ch: jsou to uhlovodíky s jednou dvojnou vazbou a otevřeným uhlíkatým řetězcem.  
Obecný vzorec je  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ . Radikály mají obecný název alkenyl. Specifický název má radikál od ethenu:  $\text{CH}_2=\text{CH-}$  vinyl

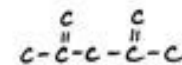
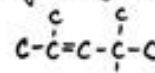
##### Názvoslovi:

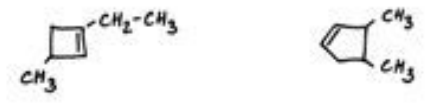
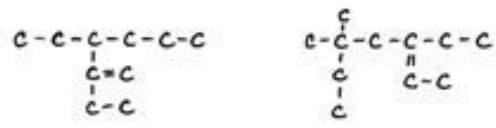
- 1) hlavní řetězec je nejdelší řetězec s dvojnou vazbou
- 2) číslován tak, aby poloha násobné vazby měla co nejmenší číslo
- 3) lokanty se umísťují bezprostředně před tu část názvu, kterou popisují  
Např.: 2-chlorbuta-1,3-dien
- 4) u cykloalkenů má číslo 1 uhlík z něhož vychází násobná vazba

##### Příklady:



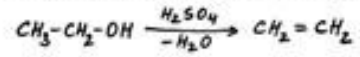
##### Pojmenujte:





Výskyt: v malém množství - ropa a zemní plyn

Výroba: 1) vznikají při krakování  
2) dehydratací alkoholů (eliminací H<sub>2</sub>O)



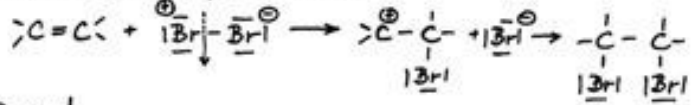
Fyzikální vlastnosti:

Jsou obdobné jako u alkanů, ve vodě jsou nerozpustné, dobře rozpustné v nepolárních rozpouštědlech. Látky s vyšším počtem dvojných vazeb v konjugovaném postavení absorbují záření z viditelné oblasti a jeví se barevné.

Chemické vlastnosti:

Reakční centrum alkenů je v místě dvojných vazeb. Typickou reakcí je tedy adice Ad - zvyšování hybridního stavu. Vazby v alkenech - nepolární, ale vazba π je snadno polarizovatelná. π elektrony mohou být reagentu poskytovány - proto adice elektrofilní.

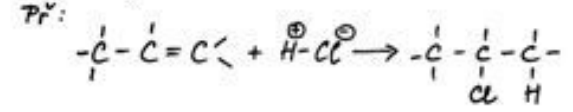
① Adice elektrofilní Ad<sub>E</sub>



Pozor!

Při adici činidla na nesymetrický alken (činidla typu H-X), platí tzv. Markovnikovo pravidlo:

Elektronegativní část atakujícího činidla se aduje na atom uhlíku, který nese menší počet vodíkových atomů.



② Adice radikálová Ad<sub>R</sub>

Probíhá při homolytickém štěpení vazby π. V tomto případě neplatí Markovnikovo pravidlo.

③ Substituce radikálová S<sub>R</sub>

Probíhá na vazbě C<sub>sp<sup>3</sup></sub>-H stejně jako u alkanů.

Zástupci:

① Ethen (ethylen)  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ ; CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>; C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

Bezbarvý, hořlavý plyn, velmi reaktivní. Jednovazný zbytek = vinyl CH<sub>2</sub>=CH-  
Surovina na výrobu rozpouštědel, plastů, výbušnin, ...  
Pozn. - dozrávání ovoce!

① Propen (propylen)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$

Nejdostupnější alken - vzniká ve velkém množství při krakování ropy. Vyrábí se z něj polypropylen a aceton.

③ Buteny: 4 izomery (but-1-en, izobuten, but-2-en<sup>cis</sup>)

Užívají se na výrobu syntetického kaučuku a izobuten na výrobu syntet. leteckých benzinů.

B: Polyeny

jsou acyklické uhlovodíky s dvěma nebo více dvojnými vazbami. Nejnámější jsou alkadieny s dvěma dvojnými vazbami.

Zástupci:

① Buta-1,3-dien  $>\text{C}=\overset{\cdot}{\text{C}}-\overset{\cdot}{\text{C}}=\text{C}<$

Plyn vyráběný z ethanolu nebo dehydrogenací butanu a butenu. Slouží na výrobu syntetických kaučuků (polymeruje sám nebo např. se styrenem).

② Izopren (2-methyl-buta-1,3-dien)  $-\overset{\cdot}{\text{C}}=\text{C}-\text{C}=\overset{\cdot}{\text{C}}-$

Základní složka přírodního kaučuku  $\text{C}_5\text{H}_8$  a přírodních látek - izoprenoidů.

③ Chloropren (2-chlor-buta-1,3-dien)  $>\text{C}=\overset{\cdot}{\text{C}}-\text{C}=\overset{\cdot}{\text{C}}<$

Derivát butadienu, jehož polymerací se vyrábí syntetický kaučuk (USA).

C: Alkyny (acetylény)

Ch: nenasycené alifatické uhlovodíky s jednou trojnou vazbou  $\text{C}\equiv\text{C}$ . Tyto atomy uhlíku jsou v hybridním stavu  $\text{sp}$ .

Názvosloví:

Stejně jako u alkanů, místo přípony -an je přípona -yn. Poloha trojné vazby musí mít co nejnižší číslo. Základní je řetězec, obsahující trojnou vazbu, i když není největší.

Příklady:



Pozn.: dvojná vazba má přednost před trojnou

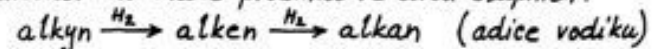


Fyzikální vlastnosti:

Jsou podobné jako u alkanů a alkenů.  $\text{C}_2-\text{C}_4$  plyny,  $\text{C}_5-\text{C}_{16}$  kapaliny. V  $\text{H}_2\text{O}$  lépe rozpustné.

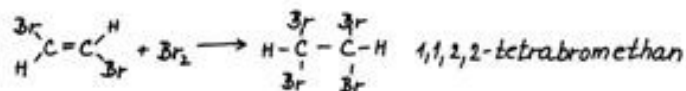
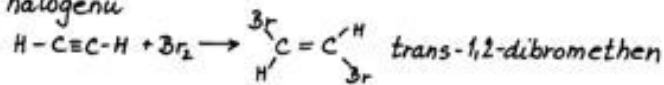
Chemické vlastnosti:

Typickou reakcí alkynů jsou adice, platí Markovnikovo pravidlo. Ad může probíhat ve dvou stupních:

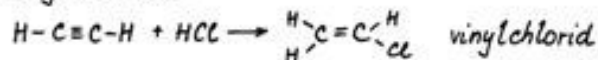


### ① Adice

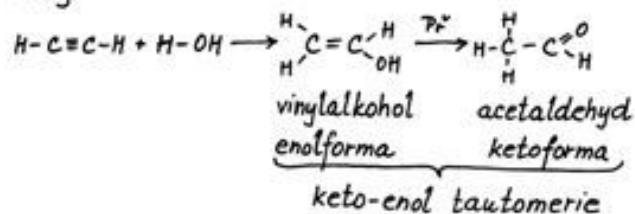
• halogenů



• halogenovodíků

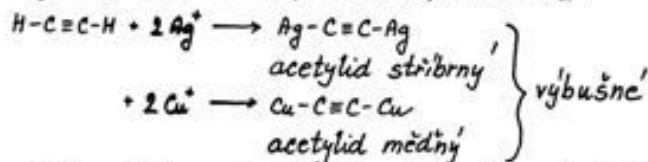


• vody



### ② Substituce

Atom H na uhlíku s trojnou vazbou má kyselý charakter - dá se nahradit atomem kovu → vznikají acetylidy (soli acetylénu). Patří sem i „karbid vápníku“  $\text{CaC}_2$ .



$\begin{array}{c} \text{C}\equiv\text{C} \\ | \\ \text{Ca} \end{array}$   $\text{CaC}_2$  acetylid vápenatý (karbid vápníku). Vyrábí se v elektrické peci:  $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$

### ③ Oxidace

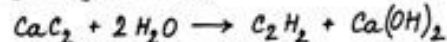
Alkyny se snadno oxidují, hořením nižších alkynů vznikají  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  i volný C:



Příprava a výroba alkynů:

V přírodě se nevyskytují, vyrábí se synteticky.

① Hydrolyza  $\text{CaC}_2$



② Pyrolýzou methanu

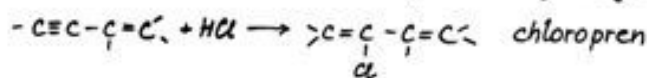
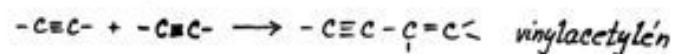
Zástupci:

Ethyn (acetylen):  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ ;  $\text{C}_2\text{H}_2$

Bezbarvý plyn, hořlavý, se vzduchem výbušný, reaktivní.

Tlakové láhve - bílý pruh.

Dimerací vzniká vinylacetylen a z něho se vyrábí chloropren (2-chlorbuta-1,3-dien)



Trimerací vzniká benzen, tetramerací styren



Užití ethynu: svařování a řezání kovů, výroba syntetického kaučuku, vinylchloridu → PVC, acetaldehydu, kys. octové, ...

## Aromatické uhlovodíky - ARENY

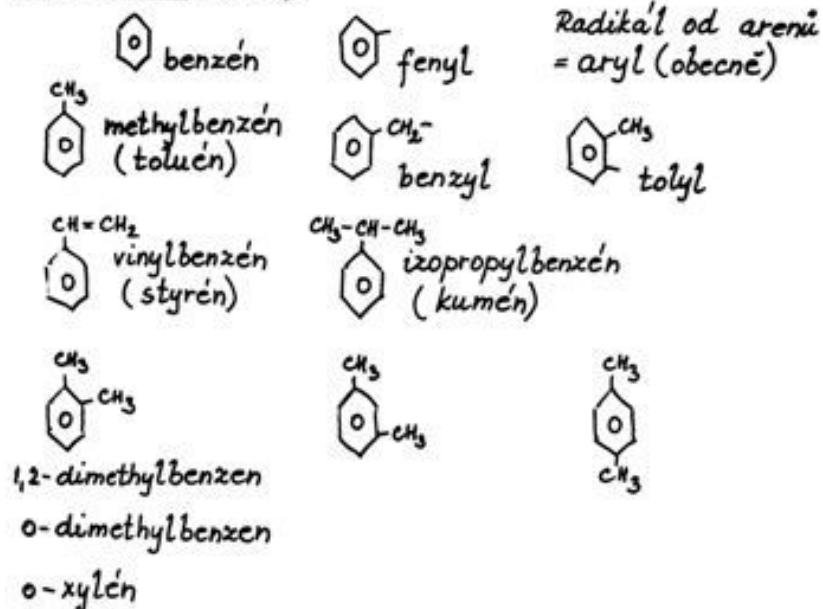
Areny - cyklické sloučeniny s konjugovaným systémem dvojných vazeb. Obsahují tzv. benzenové nebo aromatické jádro:



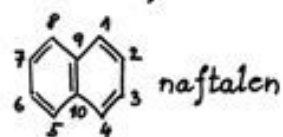
Nechovají se jako nenasycené!

- Rozdělení:
- 1) areny s jedním benzen. jádrem Příklad:
  - 2) areny vícejaderné kondenzované Příklad:
  - 3) areny vícejaderné nekondenzované Příklad:

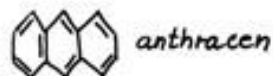
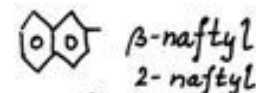
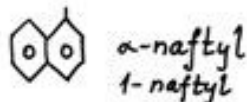
Názvoslovi: ad 1)



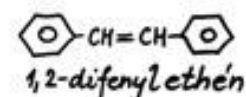
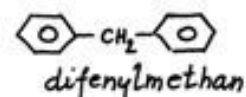
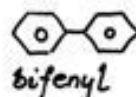
ad 2)



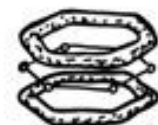
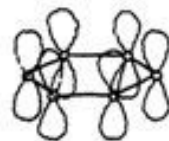
1,4,5,8 - polohy alfa ( $\alpha$ )  
2,3,6,7 - polohy beta ( $\beta$ )



ad 3)



## Teorie aromatického stavu



Všechny atomy C v hybridním stavu  $sp^2$  a leží v jedné rovině. Každý atom C má 1 nehybridizovaný orbital  $2p_z$ . Bočním překryvem těchto nehybridizovaných orbitalů se utvoří jednolitý prostor nad a pod rovinou cyklu, v němž se pohybují  $\pi$



elektrony po celé molekule. Dochází k úplné delokalizaci  $\pi$  elektronů a přitom se uvolní tzv. delokalizační energie (151 kJ). Tento stav se označuje jako aromatický stav a je energeticky výhodnější než 3 konjugované  $\pi$  vazby. Aromatický stav mohou vytvářet i jiné slouč. než benzen, ale musí splňovat tyto podmínky:

- 1) cyklická molekula
- 2) atomy v jedné rovině
- 3) konjugovaný systém  $\pi$  vazeb
- 4)  $4n+2$   $\pi$  elektronů

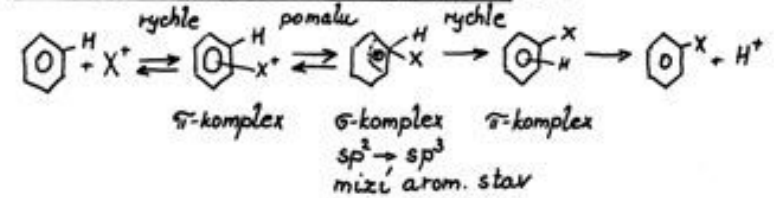
### Fyzikální vlastnosti arenu

- kapaliny nebo pevné látky bezbarvé i barevné
- v  $H_2O$  nerozpustné, rozpustné v org. rozpouštědlech
- kapalné areny výborná rozpouštědla
- typický zápach, jedovaté, mnohé jsou rakovinotvorné
- vícejaderné areny vždy pevné, některé sublimují.

### Chemické vlastnosti arenu

Aromat. stav je mimořádně stabilní a výhodný, proto za běžných podmínek je typickou reakcí substituce. Mechanismus substituce je elektrofilní, protože  $\pi$  elektrony mohou být reagentům poskytovány. Adiční reakce jsou možné jen za zvláštních podmínek - ruší se při nich aromat. stav.

### Schema reakčního mechanismu $S_E$ .



Tímto mechanismem probíhají halogenace, nitrace, alkylace, sulfonace.

Př: nitrace benzenu



Adice probíhají pouze za působení katalyzátorů nebo UV záření.

Př: hydrogenace benzenu



### Vznik disubstituovaných derivátů

Pokud je na aromat. jádře vázán substituent, další substituent může vstoupit do 3 poloh:  $\sigma$ -,  $m$ -,  $p$ - Bud' vzniká směs převážně  $\sigma$ - a  $p$ - derivátů nebo jen  $m$ - derivát. Toto záleží na povaze 1. substituentu.

Substituenty I. řádu

působí +M efektem a řídí vstup dalšího substituentu do poloh ortho a para. Jsou to:  $-F, -Cl, -Br, -I, -NH_2, -C$

Substituenty II. řádu


působí -M efektem a řídí vstup dalšího substituentu do polohy meta.


Jsou to:  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{COH}$ ,  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$

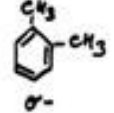
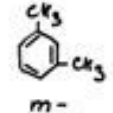
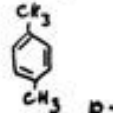
Zdroje a metody získávání arenů

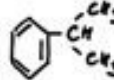
- 1) černouhelný dehet - frakční destilace
- 2) aromatické ropy - frakční destilace, rektifikace
- 3) syntetická výroba (benzen)


Zástupci

① Benzen:   $\text{C}_6\text{H}_6$  Bezbarvá kapalina, typický zápach, hořlavý, jedovatý  
Užití - rozpouštědlo, ředidlo, výroba styrenu, fenolu, anilínu

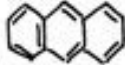
② Toluen:   $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$  Vlastnosti jako u benzenu  
Užití - rozpouštědlo, ředidlo, výroba sacharinu, traskavin (TNT), kys. benzoové, benzaldehydu...

③ Xyleny:   $\sigma$ -   $m$ -   $p$ -  
U - rozpouštědla, z  $p$ -xylenů  $\rightarrow$  kys. tereftalová  $\rightarrow$  syntetická vlákna (tesil).

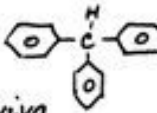
④ Kumén:   $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  izopropylbenzen  
U - výroba fenolu a acetonu

⑤ Naftalen:  ;  $\text{C}_{10}\text{H}_8$

vl.: bílá krystalická zápachající látka (sublimuje).  
U: organické syntézy, výroba azobarviv a kys. ftalové

⑥ Antracen (fenantren):  ;  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$

vl.: bílá krystal. látka  
U: výroba chinonů

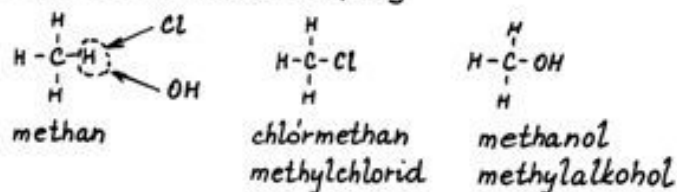
⑦ Trifenylnmethan: 

U: syntetická barviva

## DERIVÁTY UHLOVODÍKŮ

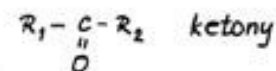
jsou sloučeniny, které odvozujeme od uhlovodíků nahradou jednoho (popř. více) atomu vodíku jiným atomem nebo skupinou atomů.

Jsou složeny z uhlovodíkového zbytku (radikálu) a charakteristické skupiny



### Přehled derivátů

1. Halogenderiváty  $R-X$  ( $X = F, Cl, Br, I$ )
2. Dusíkaté deriváty
  - a) nitrosloučeniny  $R-NO_2$
  - b) aminy  $R-\bar{N}H_2$   $\begin{array}{c} R_1 \\ | \\ \bar{N}H \\ | \\ R_2 \end{array}$   $R_1-\bar{N}(R_2)-R_3$
  - c) azosloučeniny  $R_1-\bar{N}=\bar{N}-R_2$
  - d) diaxoniové soli  $R-\bar{N}^{\oplus}=\bar{N}^{\ominus}$
3. Kyslíkaté deriváty
  - a) hydroxysloučeniny  $R-OH$  (alkoholy, fenoly)
  - b) ethery  $R_1-O-R_2$
  - c) karbonylové slouč.  $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H$  aldehydy



d) karboxylové kyseliny  $R-COOH$

e) deriváty karbox. kys.

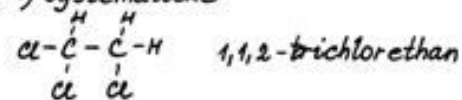
- substituční  $R-CH-COOH$

- funkční  $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-Y$

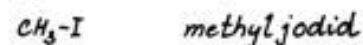
### Halogenderiváty

Def.: Sloučeniny, které odvodíme nahradou atomů vodíku v molekule uhlovodíku atomy halogenů.  
Obecný vzorec:  $R-X$

Názvoslovi: 1) systematické



2) radikálové



3) triviální



Metody získávání:

- z alkanů  $S_R$
- z alkenů  $A_E$
- z arenů  $S_E$
- z alkinů  $A_E$

## Rozdělení:

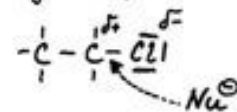
- Podle typu uhlíkatého řetězce:
  - alifatické
  - alicyklické
  - aromatické
- Podle hybridního stavu atomu C:
  - nasycené
  - nenasycené
- Podle druhu halogenu:
  - fluoro, -chloro, -bromo, -jodo
- Podle funkční skupiny:
  - CH<sub>2</sub>-X primární
  - >CH-X sekundární
  - C-X terciární
- Podle počtu atomů X:
  - monohalogen deriváty
  - dihalogen deriváty .....

## Fyzikální vlastnosti.

- kapaliny nebo pevné látky
- s H<sub>2</sub>O nemísitelné, rozpustné v org. rozpouštědlech atd.
- těžší než voda, charakteristický zápach
- většinou zdraví škodlivé (kumulativní jedy - viz PCB látky - např. DDT).

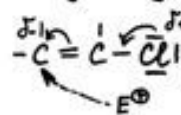
## Chemické vlastnosti

### Alkylhalogenid



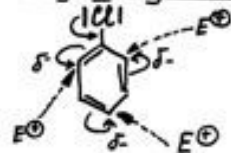
Vazba C-Cl je polární, uplatňuje se -I efekt; atom C může být napaden nukleofilní částicí.

### Alkenylhalogenid



Kromě -I efektu se uplatňuje +M efekt (je silnější). Na C atomu č. 2 vzniká  $\delta^-$  a může být napaden elektrofilní částicí.

### Arylhalogenid

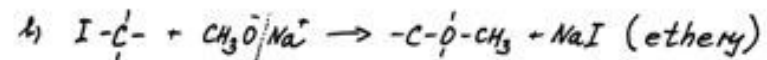
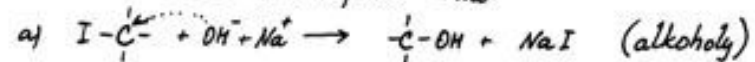


Převládá působení +M efektu; v polohách o- a p- vzniká  $\delta^-$  a arom. systém je v těchto polohách napadán elektrofilem.

Vazba C-X je polární; polarita klesá od F → I. Rozhodující pro reaktivitu je polarizovatelnost vazby C-X: stoupá od F → I. Proto jsou jodo-deriváty nejreaktivnější.

Všechny halogen deriváty jsou reaktivní a užívají se na přípravu jiných derivátů.

Př: Substituce nukleofilní S<sub>N</sub>



## Zástupci:

- ① Chlormethan:  $\text{CH}_3\text{Cl}$   
metylační činidlo, insekticid
- ② Chloroform:  $\text{CHCl}_3$   
nehořlavá kapalina příjemné vůně,  
rozpouštědlo, dříve anestetikum
- ③ Freony:  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ,  $\text{CCl}_3\text{F}$ ,  $\text{CClF}_2$ - $\text{CClF}_2$   
nehořlavé nejedovaté stabilní kapaliny,  
chladicí kapaliny, spreje
- ④ Tetrachlórmetan:  $\text{CCl}_4$   
výborné nehořlavé rozpouštědlo, hasící  
přístroje (! vzniká  $\text{COCl}_2$ )
- ⑤ Tetrafluórethylén:  $\text{CF}_2=\text{CF}_2$   
polymeruje → plast Teflon
- ⑥ Vinylchlorid:  $\text{CH}_2=\text{CHCl}$   
polymeruje → PVC
- ⑦ Bromoform:  $\text{CHBr}_3$   
součást prostředků proti kašli
- ⑧ Chloropren:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}_2$  (2-chlór-1,3-butadién)  
výroba kaučuku
- ⑨ Chlórbenzen:  Cl  
výroba fenolu, (dříve vyr. DDT)

## ORGANOKOVOVÉ SLOUČENINY

obsahují ve svých molekulách vazbu C-kov.

### Vlastnosti:

- jsou velmi reaktivní (užití - organické syntézy)
- některé prudce jedovaté, často samozapalné
- vzdušnou vlhkostí se rozkládají na uhlovodík a hydroxid

### Charakteristika vazby

Vazba C-kov je silně polární, na atomu  $\overset{\ominus}{\text{C}}$ , na atomu kovu  $\overset{\oplus}{\text{M}}$ . Atom C má pak nukleofilní a zásaditý charakter. Vazba vyvolává +I efekt.

## ZÁSTUPCI

### ① Organohorečnaté sloučeniny (Grignardova činidla)

obecný vzorec:  $\text{R-Mg-X}$  (R = alkyl, aryl)  
(X = halogen)

Příprava:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I} + \text{Mg} \xrightarrow{(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{O}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgI}$   
ethyljodid ethylmagnesiumjodid

Význam: alkylační činidla - vnašení alkylové skupiny do molekul aldehydů a ketonů za vzniku alkoholů

Např.:  $\text{CH}_3\text{COH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgI} \rightarrow \text{CH}_3\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{MgI}(\text{OH})$

### ② Organolithné sloučeniny

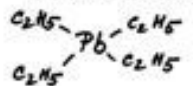
jsou reaktivnější než organohorečnaté, mají podobné využití.

Např.:  $\overset{\ominus}{\text{C}}_3\overset{\oplus}{\text{C}}_2\overset{\oplus}{\text{C}}_2\overset{\oplus}{\text{C}}_2\text{-Li} + \overset{\ominus}{\text{C}}_3\overset{\oplus}{\text{C}}_2\text{-Br} \rightarrow \overset{\ominus}{\text{C}}_3\overset{\oplus}{\text{C}}_2\overset{\oplus}{\text{C}}_2\overset{\oplus}{\text{C}}_2\text{CH}_3 + \text{LiBr}$   
butyllithium

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Li} + \text{H-OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{LiOH}$

④ Organolovnaté sloučeniny

drůve mělo význam jedovaté tetraethylolovo (tetraethyl. plumban) - přísada do benzínu (antide-tonační).



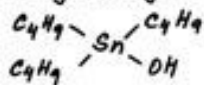
⑤ Organokřemíkové sloučeniny (Zieglerovy katalyzátory)

např. triisobutylhlinit:  $(\text{CH}_3)_2\text{CH-CH}_2)_3\text{Al}$

užívají se jako katalyzátory při polymeraci alkenů (např. polyethylen).

⑥ Organocinové sloučeniny

např. tributylcínhydroxid - prostředek k hubení plísní



⑦ Organortuťnaté sloučeniny

užívají se jako moridla obilí proti plísním (osivo), jako insekticidy.

Např.: dimethylrtuť  $\text{CH}_3\text{-Hg-CH}_3$

⑧ Organokřemičité sloučeniny

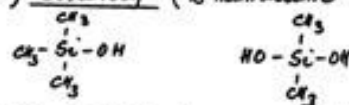
a) silany (obdoba alkanů)  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$

$\text{SiH}_4$  - monosilan,  $\text{Si}_2\text{H}_6$  - disilan,  $\text{Si}_3\text{H}_8$  - trisilan  
jsou reaktivní - nestálé, silné redukční vlastnosti

b) alkylsilany (atomy H nahrazujeme alkylem)

např.  $\text{R-Si(R)-R}$  tetraalkylsilan,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-Si(C}_2\text{H}_5)_3$  tetramethylsilan

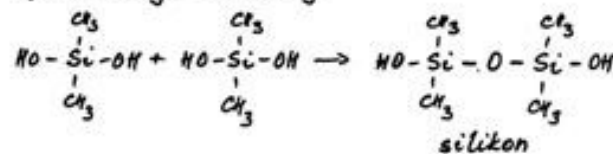
c) silanoly (2 nahradíme OH skupinou)



trimethylsilanol dimethylsilandiol

Silanoly jsou reaktivní, snadno kondenzují za vzniku silikonů a vody.

d) silikony - siloxany



Podle délky řetězce - různé vlastnosti a užití  
-Si-O-Si-O-Si-O- silikonový (siloxanový) řetězec

Silikony jsou hydrofobní a tepelně stálé.

Užití: mazací oleje, nátěrové hmoty - laky, leštidla, elektroizolační materiály, silikonové kaučuky

## Aminosloučeniny (aminy)

odvozujeme od amoniaku nahrazením vodíkových atomů uhlovodíkovými zbytky R-

### Rozdělení:

- 1) Podle uhlikatého řetězce - alifatické  
- alicyklické  
- aromatické
- 2) Podle hybridního stavu C - nasycené  
- nenasycené
- 3) Podle funkční skupiny  
- primární  $R-NH_2$   
- sekundární  $R_1-NH$   
 $R_2$   
- terciární  $R_1-N$   
 $R_2$   
 $R_3$

### Názvosloví:

#### 1) Systematické

$CH_3-NH_2$  aminomethan

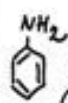
$NH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$   
1,4-diaminobutan


#### 2) Radikálové


$CH_3-NH_2$  methylamin

$C_6H_5-NH-C_6H_5$   
difenylamin

#### 3) Triviální

 anilin  
(.....)

 pyrrol

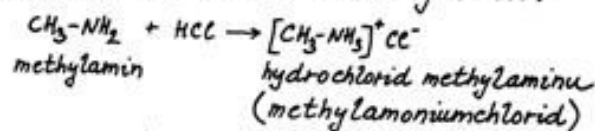
 pyridin

### Fyzikální vlastnosti

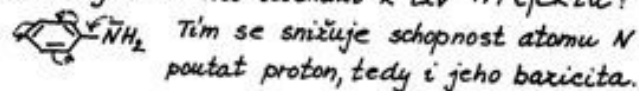
- aminy s nižší  $M_r$  jsou plyny rozpustné v  $H_2O$ , zápach  $NH_3$
- aminy s vyšší  $M_r$  jsou kapaliny v  $H_2O$  méně rozpustné  
V přírodě se vyskytují při hmotě bílkovin (ryby, maso).

### Chemické vlastnosti

$R-NH_2$  jsou dány aminoskupinou  $-NH_2$ . Na atomu N je volný el. pár a ten způsobuje zásaditý charakter aminů = schopnost vázat proton. Proto reagují s kyselinami za vzniku amoniových solí:



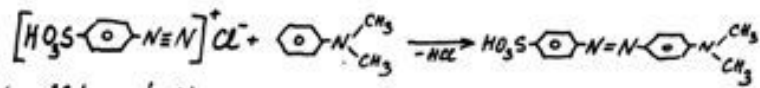
U aromatických aminů dochází k tzv. +M efektu:



Významnou reakcí aminů je diazotace = reakce primár. aromatických aminů s dusitanem alkal. kovu v kyselém prostředí za teploty kol.  $0^\circ C$ . Vznikají velmi reaktivní diazoniové soli:



Diazoniové soli se využívají k různým syntézám. Nejvýznamnější je kopulace = reakce diazoniové soli s aromatickými aminy nebo fenoly za vzniku axosloučenin:



4-sulfobenzéndiazo-  
niumchlorid      N,N-dimethyl-  
anilin      methyloranž  
(MO)

### Azosloučeniny

- barevné krystalické látky (základ azobarviv)
- MO = acidobazický indikátor (kys. prostředí = červená, zás. prostředí = žlutá)
- charakterist. skupina azosloučenin = azoskupina:  $-N=N-$

### Zástupci

- ①  $CH_3NH_2$  methylamin } nepříjemně páchoucí látky  
 $(CH_3)_2NH$  dimethylamin } (hází ryb a bílkovin)  
 $(CH_3)_3N$  trimethylamin } suroviny farmaceut. průmyslu

- ②  $\text{NH}_2$  - anilin, aminobenzen, fenylamin  
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  Vlast.: jedovatá olejovitá kapalina z  
kamenouhelného dehtu, na vzduchu  
hnědne  
Užití: barviva, léčiva, plasty

- ③  $(C_6H_5)_2NH$  - difenylamin (výroba barviv)

- ④  $NH_2-(CH_2)_6-NH_2$  hexan-1,6-diamin (výroba polyamid. vláken  
typu SILON, NYLON)

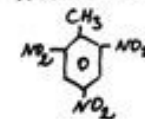
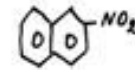
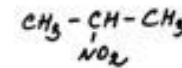
### Nitrosloučeníny

jsou látky, které se odvozují nahradou atomu  
vodíku v molekule uhlovodíku skupinou  $-NO_2$ .  
( $-NO_2$  ..... nitroskupina).  
Obecný vzorec:  $R-NO_2$

### Názvoslovi

Tvoří se výhradně pomocí předpony nitro + název  
uhlovodíku.

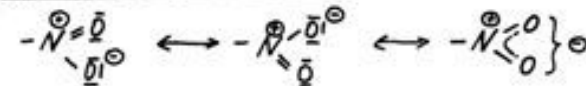
Př:  $CH_3CH_2NO_2$



### Fyzikální vlastnosti

Nitroalkany - bezbarvé kapaliny  
Nitroareny - světle žluté kapaliny nebo pevné  
látky, voní po hořkých mandlích.  
Všechny nitrosloučeníny - jedovaté a omezeně  
rozpustné v  $H_2O$ .

### Chemické vlastnosti

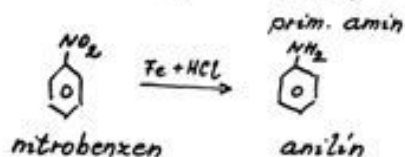
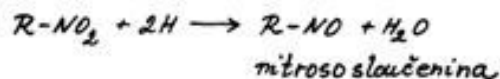


Uvnitř skupiny  $-NO_2$  je kladný i záporný náboj -  
je to jedna z nejpolárnějších skupin



a nitrosloučeniny patří mezi nejreaktivnější látky.

Redukce - nejdůležitější reakce nitrosloučenin. V kyselém prostředí se redukují až na aminy.




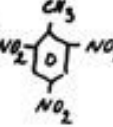
### Metody získávání

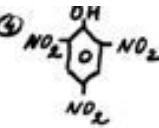
Pouze synteticky - působením  $NO_2$  nebo  $HNO_3$  nebo působením nitrační směsi ( $HNO_3 + H_2SO_4$ )

### Žástupci

①  $CH_3NO_2$  - nitromethan - polární rozpouštědlo

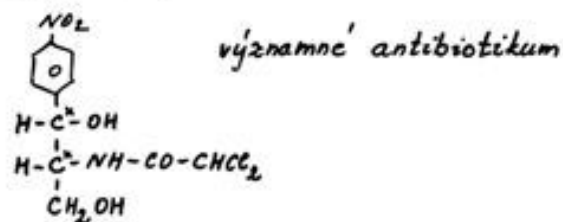
②  - nitrobenzen  
Nažloutlá olejovitá kapalina hořkomandlové vůně. Výroba anilinu.

③  - 2,4,6-trinitrotoluen (tritol, TNT)  
Žlutá krystal. látka citlivá na náraz - trhavina v dolech, lomech, armádě.

④  - 2,4,6-trinitrofenol (TNF, kys. pikrova)  
Žlutá pevná látka, hořká, citlivá na náraz a přehřátí.

Soli = pikráty; zejména  $Ag^+$  a  $Pb^{2+}$  soli jsou velmi citlivé => iniciační výbušniny.

### ⑤ Chloramfenikol



### Hydroxysloučeniny

jsou sloučeniny, které mají na uhlíkový atom navázanou hydroxylovou skupinu -OH.

Obecný vzorec: R-OH

Podmínka:

- 1) Je-li R = alkyl, cykloalkyl, alkenyl, cykloalkenyl, pak R-OH jsou alkoholy.
- 2) Je-li R = aryl, pak R-OH jsou fenoly.

### Alkoholy

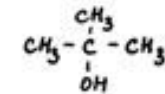
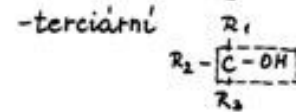
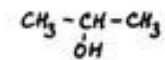
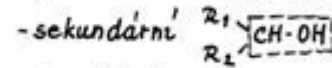
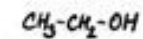
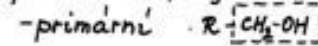
odvozujeme od uhlovodíků nahradou atomů vodíku hydroxylovou skupinou.

#### Rozdělení:

- 1) Podle typu řetězce
  - alifatické
  - alicyklické
  - aromatické
- 2) Podle hybridního stavu
  - nasycené
  - nenasycené
- 3) Podle počtu OH skupin
  - jednosytné
  - dvojsytné
  - vícesytné

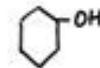
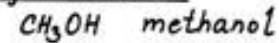
} OH na různých at. C

1) Podle funkční skupiny

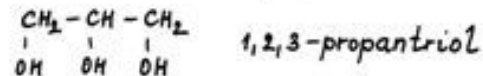
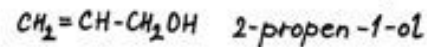


#### Názvoslovi:

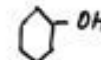
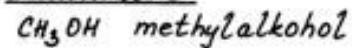
1) Systematické



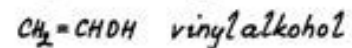
cyklohexanol



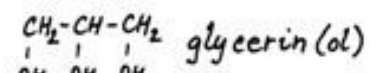
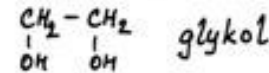
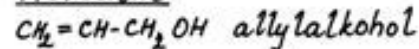
2) Radikálové



cyklohexylalkohol

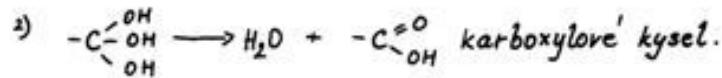
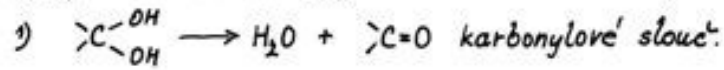


3) Triviální



Poznámka:

vícemyslné alkoholy s několika -OH skupinami na jednom atomu C jsou nestálé a vznikají:



Výskyt:

V přírodě časté; buď volné (produkty kvašení cukrů) nebo vázané s kyselinami ve formě esterů (tuky, vosky, oleje).

Získávání:

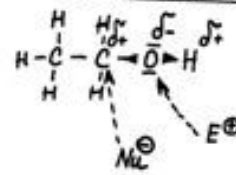
- 1) kvašením cukerných roztoků
- 2) adicí  $\text{H}_2\text{O}$  na alkeny
- 3) hydrolyzou halogenderivatů
- 4) redukcí aldehydů a ketonů

Fyzikální vlastnosti:

Nejnižší (syté) - kapaliny narkotické. Od  $\text{C}_4$  nepříjemná vůně; nejvyšší - pevné látky. V  $\text{H}_2\text{O}$  rozpustné; se stoupající  $M_r$  rozpustnost klesá; se stoupajícím počtem OH skup. vzrůstá.  $t_z$  a  $t_v$  vyšší než u alkanů díky H můstkům:  $\text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{O}}}\cdots\text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{O}}}\cdots\text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{O}}}-\text{R}$

Alkoholy se 2 a více -OH skup. - sladké

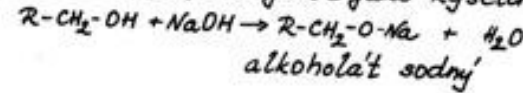
Chem. vlastnosti



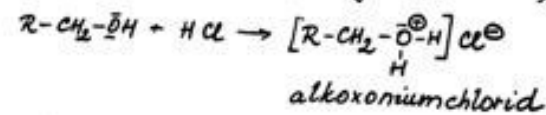
Na atomu O se ustaví  $\delta^-$ , který umožňuje interakci s elektrofilem. Na atomu H vzniká  $\delta^+$  a umožňuje jeho odštěpení. Atom C má  $\delta^+$  a může být napaden nukleofilem.

OH skupina může  $\text{H}^+$  odštěpovat, ale i přijímat  $\Rightarrow$  alkoholy mají amfoterní charakter:

a) se zásadou (chovají se jako kyselina)

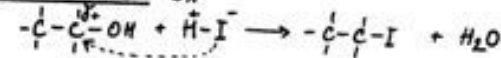


b) s kyselinou (chovají se jako zásada)

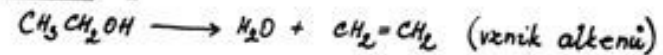


Dále mohou probíhat:

Substituce  $\text{S}_\text{N}$

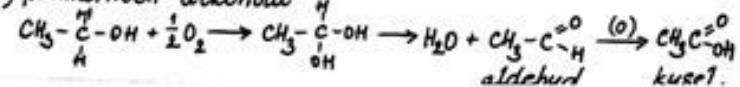


Eliminace E

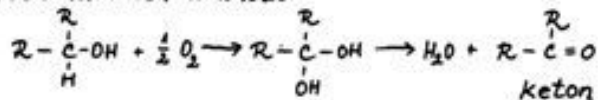


Oxidace

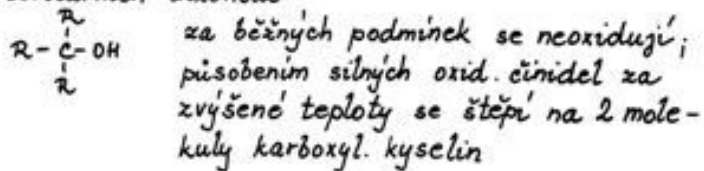
a) primárních alkoholů



b) sekundárních alkoholů



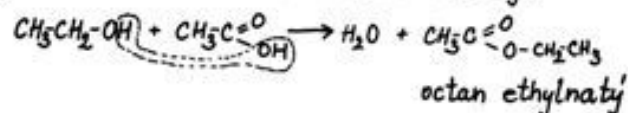
c) terciárních alkoholů



Pozn.: V opačném směru k oxidacím probíhají redukce. Alkoholy však nelze redukovat na uhlovodíky.

### Esterifikace

je reakce alkoholů s organickými nebo anorg. kyselinami za vzniku esteru a vody.



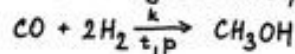
### Zástupci:

① Methanol (dřevný lih)  $\text{CH}_3\text{OH}$

Vl: bezbarvá hořlavá kapalina,  $t_v$  65°C, smrtelně jedovatá (10g - slepota, 100g - smrt)

Už: rozpouštědlo, palivo, výroba formaldehydu

Vyrábí se ze syntetického plynu



② Ethanol (lih)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Vl: bezbarvá hořlavá kapalina,  $t_v$  78°C, rozp. v  $\text{H}_2\text{O}$  narkotické účinky.

Už: rozpouštědlo, dezinfekce, alkohol. nápoje, palivo do motorů, výroba kys. octové, etheru, acetaldehydu, syntet. kaučuku ...

Vyrábí se kvašením cukerných šťáv nebo hydratací etenu

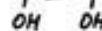
Denaturace: pyridinem, benzínem, benzénem

③ Propanoly butanoly

Vl: páchnoucí kapaliny, v  $\text{H}_2\text{O}$  méně rozpustné, dráždí pokožku.

Už: rozpouštědla, 2-propanol → aceton

④ Ethylenglykol (ethandiol, glykol)  $\text{CH}_2-\text{CH}_2$

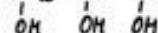


Vl: sirupovitá, nasládlá, jedovatá kapalina

Už: nemrzající směsi, syntetická vlákna, výroba dioxanu (oblíbené, jedovaté rozpouštědlo)



⑤ 1,2,3-propantriol (glycerol)  $\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2$



Vl: sirupovitá sladká kapalina, hygroskopická, rozpustná v  $\text{H}_2\text{O}$

Už: kosmetika, do líkerů, nemrzoucí směsi, tiskařská čern, "nitroglycerin" = trinitrát glycerolu (výbušina - dynamit, lek. cévy)

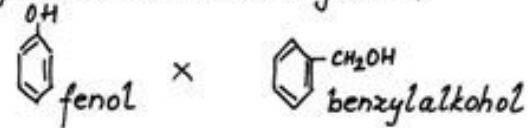
⑥ Cyklohexanol  $C_6H_{11}OH$   
výroba sílonu

⑦ Benzylalkohol  $C_6H_5CH_2OH$   
součást cterických olejů v květech (aromat.)

⑧ Thioalkoholy (thioly, merkaptany)  $R-SH$   
sírné odrody alkoholů - odporně páchnou  
užívají se k odorizaci zemního plynu,  
obsaženy ve střevních plynech.  
-SH thioskupina (merkaptoskupina)  
 $CH_3CH_2SH$  ethanthiol

## Fenoly

jsou sloučeniny, které mají na aromatickém jádře navázanou hydroxylovou skupinu  $-OH$  na uhlík, který je součástí aromatického jádra.

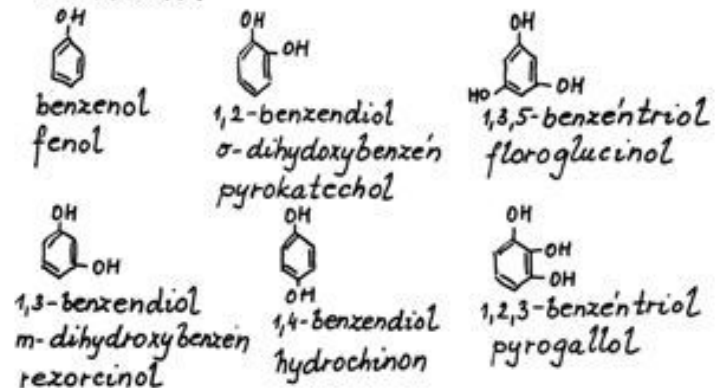


Rozdělení:

① Podle počtu hydroxyl. skupin  
- jednosytné  
- dvojsytné  
- trojsytné, ...

② Podle původního uhlovodíku  
- fenoly (od benzénu)  
- kresoly (od toluenu)  
- naftoly (od naftalénu)

Názvoslovi:





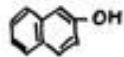
2-methylbenzenol  
o-kresol

m-kresol

p-kresol



1-naftalenol  
1-naftol  
α-naftol



2-naftalenol  
2-naftol  
β-naftol

Výskyt:  
Vdehtu

Získávání:

- ① Frakční destilace kamenouhel. dehtu
- ② Oxidací kumenu
- ③ Hydrolyzou halogenareni

Fyzikální vlast.

Pevné krystal. látky v  $H_2O$  málo rozpustné, dobře rozpustné v alkalických hydroxidech za vzniku fenolátů. Typický zápach, antiseptické účinky, jedovaté.

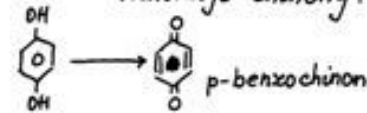
Chemické vlast.

Obdobné jako u alkoholů; fenoly jsou kyslejší než alkoholy (+M efekt).  
Časté reakce: substituce (nitrace, bromace, sulfonace) - probíhají snadněji než u areni díky -OH skupině.

2) kopulace - viz aminy

3) reakce s formaldehydem → ff. pryskyřice

4) oxidace - snadněji než u areni, význam má oxidace 2-sytných fenolů → vznikají chinony.



Zástupci:

① Fenol (kys. karbolová)



Vl: bezbarvé krystalky na vzduchu červenající, jedovatý

Už: výroba plastů, léčiv, barviv, pesticidů, dezinfekce

Zdroj - deht, kumen

② Pyrokatechol, resorcinol, hydrochinon



o-, m-, p-dihydroxybenzeny

Vl: pevné látky, rozpustné v  $H_2O$ , redukční vlast.

Už: černobílé fotografie

③ Kresoly (o-, m-, p-; hydroxyderiváty toluenu)

Obsaženy v kamenouhel. dehtu, s mýdlovým  
o dávají lysol - desinfekční činidlo

④ Pyrogallol (1,2,3-benzentriol)

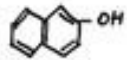


silné red. vlastnosti  
vývojky, kožní lékařství, absorbuje  $O_2$ .

⑤ Kys. pikrová (TNF)

viz nitroderiváty

⑥  $\alpha$ -naftol,  $\beta$ -naftol



výroba azobarviv

⑦ Thiofenoly

silné odobry fenolů

Etery

odvozuje se od uhlovodíků nahradou atomu vodíku alkoxykupinou R-O-

Jedná se o sloučeniny, v jejichž molekulách jsou na kyslíkový atom vázány 2 radikály.

Obecný vzorec R-O-R.

Lze je považovat za alkyl či arylderiváty vody.

Rozdělení:

- jednoduché  $CH_3-O-CH_3$

- smíšené  $CH_3-O-C_2H_5$

Názvoslovi:

① systematické (předpona alkoxy + název uhlovodíku)

$CH_3CH_2-O-CH_3$  metoxyethan

$C_6H_5-O-CH_3$  metoxybenzen

② radikálové

$CH_3CH_2-O-CH_3$  ethylmethyleter

$CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$  diethyleter

$C_6H_5-O-CH_3$  fenylmethyleter

③ triviální

$C_2H_5-O-C_2H_5$  eter

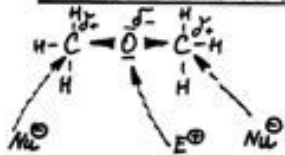
$C_6H_5-O-CH_3$  anisol

 ethylenoxid

### Fyzikální vlastnosti.

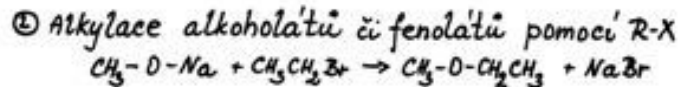
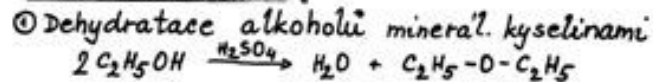
Kapaliny a pevné látky s podstatně nižšími  $t_f$  a  $t_v$  než mají izomerní alkoholy (nejsou zde H můstky). S  $H_2O$  se nemísí, rozpouští se v org. rozpouštědlech. Kapaln. étery výborná rozpouštědla. Mají typickou vůni, jsou silně narkotické, hořlavé, páry se vzduchem výbušné!

### Chemické vlastnosti.

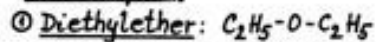


Etery se chovají díky elektrondonornosti kyslíku jako báze

### Získávání etherů.

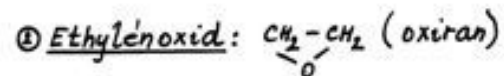


### Zástupci.

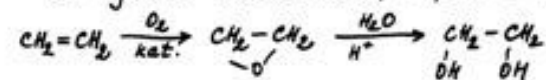


Vl: bezbarvá tekavá kapalina,  $t_f = 35^\circ C$ , narkotické účinky, páry výbušné

Už: výborné rozpouštědlo a extrakční činidlo, hofmanské kapky (ether + ethanol 1:3).



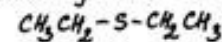
Vl: jedovatý plyn získávaný oxidací ethylenu  
Už: výroba ethandiolu, rozpouštědlo



### Thioethery

jsou sírné obdoby etherů. Obecný vzorec: R-S-R

Př: diethylthioether



N	Jeho chlorderivát, $\beta, \beta'$ -dichlordiethylsulfid
E	byl použit v 1. svět. válce jako zpuchýřující
P	<u>3CHL - yperit</u>
O	$Cl-CH_2-CH_2-S-CH_2-CH_2-Cl$
V	
I	
N	
E'	



## Karbonylové sloučeniny (oxosloučeniny)

Ch: Karbonylové sloučeniny obsahují ve své molekule jednu nebo více karbonylových skupin  $>C=O$  nazývaných též oxoskupiny.

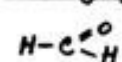
Rozdělení: ① Aldehydy  $R-\overset{H}{\underset{O}{\parallel}}C$   
② Ketony  $R_1-\overset{R_2}{\underset{O}{\parallel}}C$

③ Chinony (cyklické diketony)

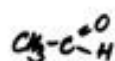
Formálně sem patří i karboxylové kyseliny a jejich deriváty (probereme zvlášť).

### Názvosloví:

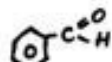
#### ① Aldehydy



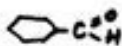
formaldehyd  
methanal



acetaldehyd  
ethanal



benzaldehyd  
benzenkarbaldehyd

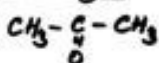


cyklohexanalkaldehyd

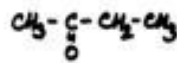


propandial

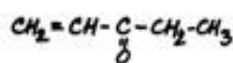
#### ② Ketony



propanon  
dimethylketon  
aceton



butan-2-on



pent-1-en-3-on

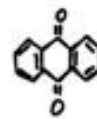
ethylmethylketon

ethylvinylketon

#### ③ Chinony



4-benzochinon



9,10-antrachinon

### Výskyt v přírodě

Jsou součástí živočišných i rostlinných těl.

Aldehydy jsou součástí vonných látek - silice skořicové, anýzové, vanilinu. Acetaldehyd vzniká při kvašení cukerných roztoků.

Ketony jsou v tělech přítomny v podobě hormonů - např. testosteron, progesteron. Aceton je v krvi při některých onemocněních.

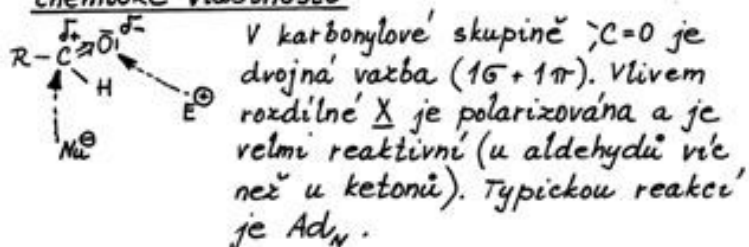
Chinony se nacházejí hlavně v rostlinách.

### Fyzikální vlastnosti

Aldehydy - formaldehyd je plyn, nižší aldehydy jsou kapalné, vyšší jsou pevné. Nižší jsou štiplavě páchnoucí, vyšší mají příjemné vůně. Se stoupající  $M_r$  klesá rozpustnost v  $H_2O$ . Teploty tání a varu jsou nižší než u alkoholů - nemají H vazby.

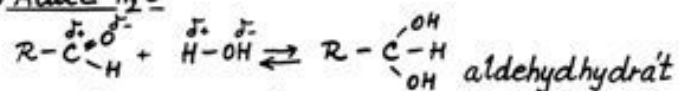
Ketony - nižší jsou kapalné, vyšší jsou pevné. Ketony  $C_3$  a  $C_4$  rozpustné v  $H_2O$ , od  $C_5$  rozpustnost klesá. Kapalné ketony - výborná rozpouštědla. Jsou hořlavé a jedovaté (aldehydy i ketony).

## Chemické vlastnosti



Typické reakce aldehydů a ketonů:

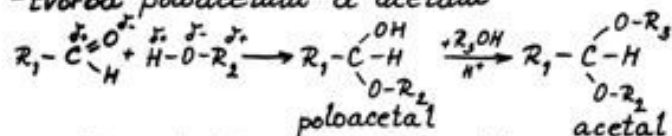
### ① Adice $\text{H}_2\text{O}$



Vzniká monotopický dihydroxyderivát - je nestabilní ihned se rozkládá na aldehyd a vodu.

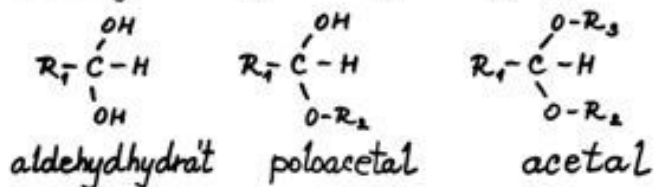
### ② Adice alkoholů

- tvorba poloacetalů a acetalů



Poloacetal = alkylderiváty monotopických dihydroxyderivátů aldehydů (aldehydhydrátů)

Acetaly = dialkylderiváty aldehydhydrátů



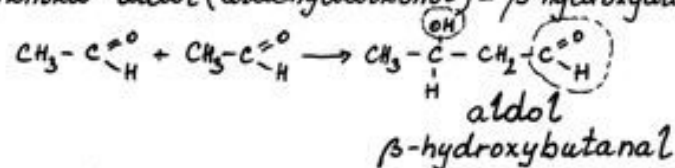
Poloacetal jsou velmi nestabilní.

Acetaly jsou stále v alkalickém prostředí.

Ve formě poloacetalů a acetalů se vyskytují některé přírodní látky, např. sacharidy.

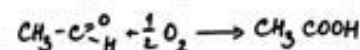
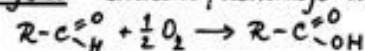
### ③ Aldolová kondenzace

vzájemná reakce aldehydů nebo ketonů, respekt. aldehydu s ketonem, které mají atom H na  $\alpha$  uhlíku. Vzniká aldol (aldehydalkohol) =  $\beta$ -hydroxyaldehyd

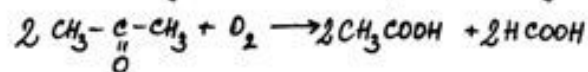


### ④ Oxidace

a) aldehydů - snadno, vznikají karboxylové kyseliny

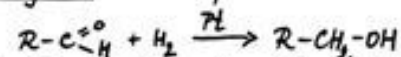


b) ketonů - obtížně, pouze silnými oxidačními činidly. Keton se štěpí na 2 kyseliny.

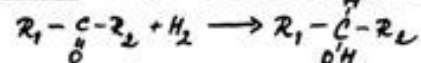


### ⑤ Redukce

a) aldehydů - vznik primár. alkoholů



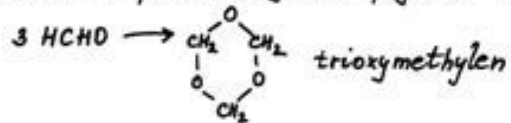
b) ketonů - vznik sekundár. alkoholů



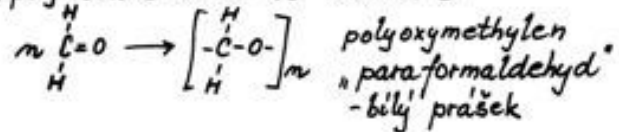
### ⑥ Polymerace aldehydů

probíhá v kyselém prostředí

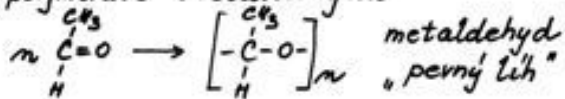
a) trimerace formaldehydu v plynném skup.



b) polymerace HCHO ve vodném ☉

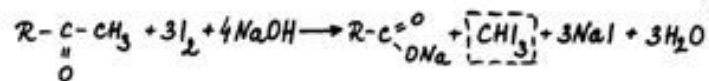


c) polymerace acetaldehydu



### ⑦ Jodoformová reakce ketonů

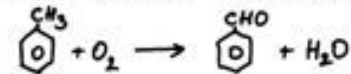
reakce methylketonů s jodem v alkalickém prostředí. Při reakci se vylučuje jodoform jako žlutá sraženina - kvalitativní důkaz skupiny  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-$



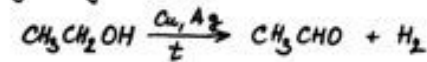
### Získávání aldehydů

a) oxidace primár. alkoholů

b) primár. oxidace uhlíků

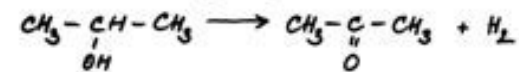


c) dehydrogenace primár. alkoholů

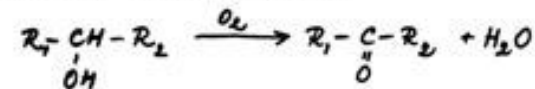


### Získávání ketonů

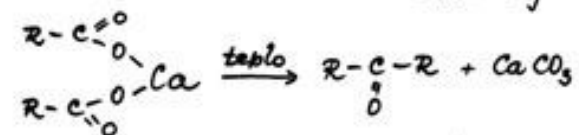
a) katalytickou dehydrogenací sek. alkoholů



b) oxidací sek. alkoholů



c) rozkladnou destilací Ca soli karboxyl. kyselin



Některé aldehydy a ketony vznikají při krásných procesech.

### Zástupci

#### ① Formaldehyd (methanal): $\text{HCHO}$

Vl: bezbarvý štiplavý plyn, rozpustný v  $\text{H}_2\text{O}$ , jeho 40% o = formalin

Už: dezinfekce a konzervace biolog. materiálu, výroba plastů - aminoplasty, fenoplasty

Výroba: oxidací methanolu

#### ② Acetaldehyd (ethanal): $\text{CH}_3\text{CHO}$

Vl: ostře páchnoucí kapalina (octový zápach)

Už: výroba kys. octové, pevného lihu, léčiv, voňavek, syntet. kaučuku

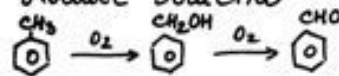
Výroba: oxidací  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  nebo adicí  $\text{H}_2\text{O}$  na  $\text{C}_2\text{H}_2$

#### ③ Benzaldehyd (fenzylmethanal): $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$

Vl: kapalina hořkomandlové vůně, vyskytuje se v semenech mandloní, meruněk, třešní

Už: barviva, léčiva, voňavky

Výroba: oxidace toluenu



#### ④ Aceton (propanon, dimethylketon): $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$

Vl: bezbarvá těkavá kapalina, hořlavá, směs per se vzduchem výbušná, s  $\text{H}_2\text{O}$  se mísí.

Už: rozpouštědlo, ředidlo. Halogenací lze vyrobit chloraceton a bromaceton (slzný plyn).

Výroba: oxidací kumenu

#### ⑤ Cyklohexanon: kapalina vyráběná oxidací cyklohexanu či cyklohexanolu

Už: slouží k výrobě  $\epsilon$ -kapolaktamu, který je surovinou k výrobě polyamidu (silonu)

### Chinony

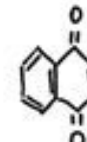
jsou to vlastně cyklické diketony.

Odvozují se od aromatických uhlovodíků, ale nejsou aromatické.

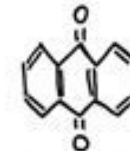
Pr:



1,4-benzochinon  
p-benzochinon



1,4-naftochinon

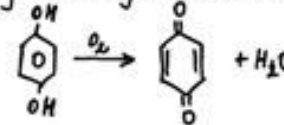


9,10-antrachinon

Výskyt: hlavně v rostlinách

Užití: výroba barviv

Chinony vznikají oxidací dvojsytných fenolů.



## Karboxylové kyseliny

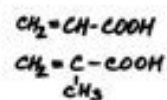
obsahují ve svých molekulách 1 nebo více karboxylových skupin  $-C(=O)OH$  ( $-COOH$ ). Obecný vzorec:  $R-C(=O)OH$

### Rozdělení:

- Podle počtu karboxyl. skupin
  - jednosytné (monokarboxylové)
  - dvojsytné (dikarboxylové)
  - trojsytné (trikarboxylové)
- Podle charakteru uhlíkového řetězce
  - alifatické a cyklické
  - nasycené, nenasycené a aromatické

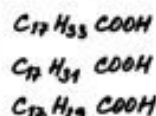
### Názvoslovní:

$H-COOH$	mravenčí	methanová kyselina
$CH_3-COOH$	octová	ethanová
$CH_3CH_2COOH$	propionová	propanová
$CH_3(CH_2)_2COOH$	máselná	butanová
$CH_3(CH_2)_3COOH$	valerová	pentanová
$CH_3(CH_2)_4COOH$	kapronová	hexanová
$C_{15}H_{31}COOH$	palmitová	heptadecanová
$C_{17}H_{35}COOH$	stearová	oktadecanová
$COOH-COOH$	štarčelová	ethandiová
$COOH-CH_2-COOH$	malonová	propandiová
$COOH(CH_2)_2COOH$	jantarová	butandiová
$COOH(CH_2)_3COOH$	glutarová	pentandiová
$COOH(CH_2)_4COOH$	adipová	hexandiová



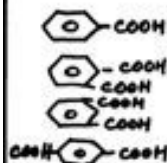
akrylová  
methakrylová

propenová  
2-methylpropenová



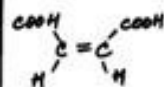
olejová  
linolová  
linolenová

oktadec-9-enová  
oktadeca-9,12-dienová  
oktadeca-9,12,15-trienová



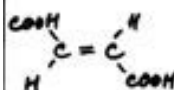
benzoová  
ftalová  
izoftalová  
tereftalová

benzenkarboxylová  
benzen-1,2-dikarboxylová  
benzen-1,3-  
benzen-1,4-



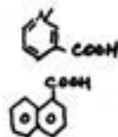
maleinová

cis-butendiová



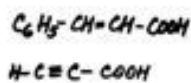
fumarová

trans-butendiová



nikotinová  
1-naftoová

pyridin-3-karboxylová  
naftalen-1-karboxylová



skorčicová  
propiolová

3-fenylpropenová  
propynová

### Výskyt:

V přírodě velmi rozšířené, byly získávány jako jedny z prvních org. sloučenin - proto tolik tradičních názvů. Účastní se mnoha biochem. procesů v organismech.

- volné - jsou méně časté (mravenčí, vinná, citronová),  
v listech, plodech, kořenech rostlin.
- vázané - jsou častější, ve formě solí a esterů.  
Tuky = estery VMK s glycerolem.

### Metody získávání:

#### ① oxidace uhlovodíků

uhlovodíky  $\xrightarrow{\text{ox}}$  alkoholy  $\left\{ \begin{array}{l} \text{primární} \xrightarrow{\text{ox}} \text{aldehydy} \xrightarrow{\text{ox}} \text{kyseliny} \\ \text{sekundární} \xrightarrow{\text{ox}} \text{ketony} \xrightarrow{\text{ox}} \text{kyseliny} \\ \text{terciární} \end{array} \right.$

#### ② kyselá hydrolyza esterů



#### ③ hydrolyzou nitrilů



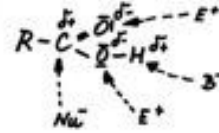
Velké množství kyselin se získává přímo z rostlin a živočichů.

### Fyzikální vlastnosti:

Mifatické do  $C_3$  jsou kapaliny pronikavého zápachu, rozpustné v  $H_2O$ . Od  $C_9$  olejovité kapaliny omezeně rozpustné v  $H_2O$ . Od  $C_{10}$  pevné látky. Dikarboxylové a aromatické jsou tuhé krystalické látky.

Teploty varu poměrně vysoké - vodíkové můstky.  $R-C \begin{array}{l} \text{O-H} \\ \text{OH-O} \end{array} \text{E-R}$

### Chemické vlastnosti:



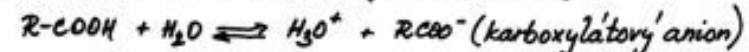
Je možné očekávat tyto reakce:

- 1) Nukleofilní napadení karboxyl. uhlíku (může vést k adicím)
- 2) Elektrofílní atak atomů kyslíku
- 3) Odtržení kyselého vodíku atomu

### Přehled reakcí

#### ① Disociace (ionizace) ve vodném $\odot$

Karboxyl. skupina má výrazně kyselý charakter - snadno odštěpuje proton (snadněji než alkoholy).



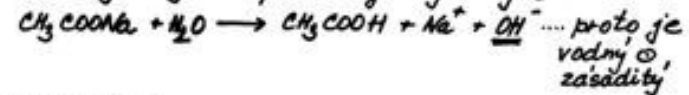
Síla karboxyl. kyseliny závisí na disociační konstantě  $K_A$  a ta je ovlivněna teplotou, druhem rozpouštědla a typem uhlovodíkového zbytku R.

#### ② Neutralizace

je reakce karboxyl. kyseliny s hydroxidem za vzniku soli a vody.



Soli karboxyl. kyselin podléhají hydrolyze



#### ③ Dekarboxylace

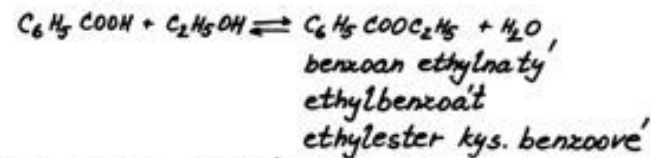
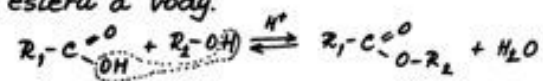
je zánik karboxylové skupiny odštěpením  $CO_2$ .



kys. malonová

#### ④ Esterifikace

je reakce karboxylové kyseliny s alkoholem za vzniku esteru a vody.



Esterifikace - vratná reakce; ta se nazývá hydrolyza esteru a může probíhat v kyselém nebo zásaditém prostředí.

Kyselá hydrolyza esteru - vzniká kyselina + alkohol



Alkalická hydrolyza esteru (zmydlování) - vzniká alkohol + sůl karboxyl. kyseliny. Zmydlovují se tuky za vzniku mýdla.

Mýdla - sodné a draselné soli vyšších mastných kys.  
 $C_{17}H_{35}COONa$  stearan sodný

#### ⑤ Oxidace a redukce

Více oxidaci je většina karbox. kyselin velmi odolná. Redukce probíhá obtížně, ale lze zredukovat karbox. kyseliny až na alkohol.

Zástupci:

#### ① Kyselina mravenčí (methanová) $HCOOH$

- bezbarvá, štiplavě páchnoucí kapalina (mravenčí, kopřivy)
- vyrábí se z CO a NaOH, z  $CH_3OH$  nebo z HCN  
 $CO + NaOH \xrightarrow{P} HCOONa \xrightarrow{HCl} HCOOH + NaCl$   
 $CH_3OH + O_2 \rightarrow HCOOH + H_2O$   
 $HCN + 2H_2O \rightarrow HCOOH + NH_3$
- užívá se na odvápnování kůží, srážení latexu, výrobu esterů (mravenčan ethylnatý = rumová třesť)
- soli mravenčany - formiáty

#### ② Kyselina octová (ethanová) $CH_3COOH$

- bezbarvá, štiplavě páchnoucí kapalina
- vyrábí se oxidací acetaldehydu nebo zkvašováním cukerných roztoků
- užívá se v potravinářství - konzervace, výroba solí a esterů, výroba acetátového hedvábí, farmaceutický přím. (acylpyrin)
- soli octany = acetáty

#### ③ Kyselina máselná (butanová) $CH_3CH_2CH_2COOH$

- olejovita, nepříjemně páchnoucí kapalina, v podobě esteru s glycerolem přítomna v másle

#### ④ Kyselina akrylová (propenová, vinylkarboxylová) $CH_2=CHCOOH$

- užívá se na výrobu makromolekulárních (akrylátů) - organické sklo = plexisklo

⑥ Kyselina palmitová  $C_{15}H_{31}COOH$  ve formě esterů přítomny  
Kyselina stearová  $C_{17}H_{35}COOH$  v tucích → výroba mýdel

⑦ Kyselina šťavelová (ethandiová)  $(COOH)_2$   
 - bílá krystalická látka, dobře rozpustná v  $H_2O$ , jedovatá,  
 v přírodě se vyskytuje ve formě soli ( $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ )  
 - užívá se v analytické chemii (k důkazům a v odměrné  
 analýze jako standardní látka), odstraňuje rez  
 - soli šťavelany - oxaláty

⑧ Kyselina jantarová (butandiová)  $COOH-(CH_2)_2-COOH$   
 - přítomna v jantaru, součást citrátového (Krebsova) cyklu

⑨ Kyselina adipová  $COOH-(CH_2)_4-COOH$   
 - slouží k výrobě polyamidových vláken (nylon)

⑩ Kyselina maleinová (cis-butendiová)  

$$\begin{array}{c} COOH & & COOH \\ & \diagdown & / \\ & C = C & \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array}$$
 výroba polyesterových pryskyřic

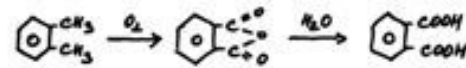
Kyselina fumarová (trans-butendiová)  

$$\begin{array}{c} COOH & & H \\ & \diagdown & / \\ & C = C & \\ & / & \diagdown \\ H & & COOH \end{array}$$
 součást biochemických dějů,  
 prášky do pečiva a žemlových přípravků

⑪ Kyselina benzoová  $C_6H_5COOH$   
 - bílá krystalická látka, málo rozpustná v  $H_2O$ , sublimuje,  
 má antiseptické účinky,  
 - výroba oxidací toluenu

⑫ Kyselina ftalová  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$

- perla krystalická látka  
 - vyrábí se např. oxidací o-xylenu na anhydrid a jeho  
 následnou hydrolyzou



- užívá se na výrobu fenolftaleinu, pryskyřic na výrobu  
 sklolaminátů a kys. tereftalová na výrobu polyestero-  
 vých vláken (tesil, terylen)



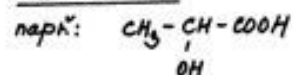
### Substituční deriváty karboxyl. kyselin

jsou sloučeniny vzniklé náhradou (substitucí) atomů vodíku v postranním řetězci R jiným atomem nebo skupinou atomů.

Rozlišujeme:

- halogenkyseliny
- aminokyseliny
- hydroxykyseliny
- ketokyseliny

#### Názvoslovi:



- 1) 2-hydroxypropanová kys.
- 2)  $\alpha$ -hydroxypropionová kys.
- 3) kyselina mléčná

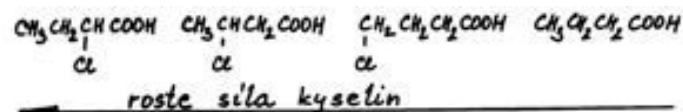
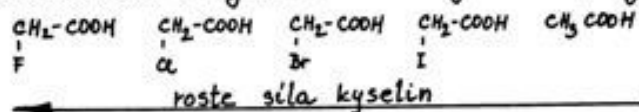
#### 1) Halogenkyseliny

obsahují v molekule 1 nebo více atomů halogenů v postranním řetězci.

Připravují se halogenací kyselin nebo adicí halogenu na nenasycené kyseliny.

#### Vlastnosti:

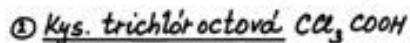
- kapaliny nebo pevné látky v  $\text{H}_2\text{O}$  rozpustnější než matečné kyseliny
- přítomnost halogenu vyvolává -I efekt a tím se zvyšuje síla kyselin. Síla kyseliny závisí na typu, počtu a vzdálenosti halogenu od karboxylové skupiny.



Zástupci:



Obsažena v některých tropických rostlinách, prudce jedov.



Bezbarvá krystal. látka, patří k nejsilnějším organickým kyselinám, silně leptá (vyleptávámi bradavic).

#### 2) Hydroxykyseliny

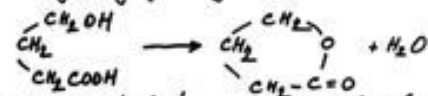
obsahují v molekule 1 nebo více hydroxylových skupin v postranním řetězci.

Příprava:

- hydrolyzou halogenkyselin
- adicí  $\text{H}_2\text{O}$  na nenasycené kyseliny
- oxidací vícečetných alkoholů

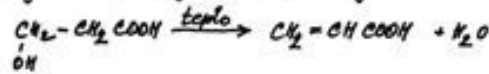
Vlastnosti:

- sirupovité kapaliny nebo krystalické látky lépe rozpustné v  $\text{H}_2\text{O}$  než matečné kyseliny
  - přítomnost OH skupin zvyšuje kyselost (méně než u X kys.)
  - chemicky se chovají jako kyseliny i jako alkoholy
- $\mu$  a  $\delta$  hydroxykyseliny tvoří vnitřní estery -laktony

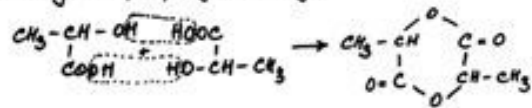


K.  $\mu$ -hydroxymáslná  $\mu$ -butyrolakton

$\beta$ -hydroxykyseliny odštěpují intramolekulárně vodu a přecházejí v nenasycené kyseliny



$\alpha$ -hydroxykyseliny vzájemně esterifikují a vznikají laktidy resp. polylaktidy.



Zařtepci:

① Kys. mléčná  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$

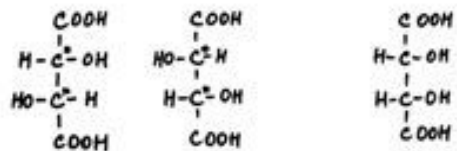
Vyskytuje se v kys. mléce, kysaném zelí a kvašených okurkách, v siláži. Vzniká mléčným kvašením cukrů nebo ve svalcích při odbourávání glykogenu. Je opticky aktivní. Užívá se v barvařství, koželužství, potravinářství a lékařství.

② Kys. jablečná  $\text{COOH}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{COOH}$  (hydroxyjantarová)

Obsažena v nezralém ovoci - jedna z nejrozšířenějších kys.

③ Kys. vinná  $\text{COOH}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$  (dihydroxyjantarová)

Obsahuje 2 asymetrické atomy C



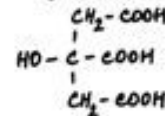
soli: vinnany -  
- tartaráty

k. L(+) vinná    k. D(-) vinná  
kys. hroznová (směs 1:1)

k. mesovinná

Kys. vinná se užívá v barvařství jako moridlo, v potravinářství na šumivé přípravky, prášky do pečiva. Při kvašení vína se vylučuje vinný kámen - kyselý vinnan draselný. Vinnan draselný-sodný slouží k přípravě Fehlingova O.

④ Kys. citronová (2-hydroxypropan-1,1,3-trikarboxylá)



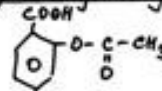
Bílá krystalická látka, rozpustná v  $\text{H}_2\text{O}$ , kyselé chuti. Přítomna v citrusových plodech. Užívá se v potravinářství a lékařství (krv). Vyrábí se kvašením melasy. Sali-citraty (citrony). Důležitá při metabolismu.

⑤ Kys. salicylová (o-hydroxybenzoová)



Bílá krystalická látka, obsažena v některých rostlinách, má bakteriostatické účinky. Užívá se v lékařství: salicylan sodný - léčení revmatismu.

⑥ Kys. acetylsalicylová



Acetylderivát kys. salicylové - podstata acylpyrinu a aspirinu - antipyretikum.

③ Ketokyseliny

obsahují v molekule vedle karboxylové skupiny i karbonylovou skupinu.

Kys. pyrohroznová  $\text{CH}_3\text{COCOOH}$  (2-oxopropanová k.)

Důležitý dálek biochemických procesů v živých organismech. (meziprodukt metabolismu cukru u savců).

Kys. acetoctová  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOH}$

Je nestálá, dekarboxyluje se na aceton. Je součástí metabolismu.

#### ④ Aminokyseliny

obsahují v postranním řetězci skupinu  $-\text{NH}_2$  (aminoskupina).

Jsou základními složkami peptidů a bílkovin.

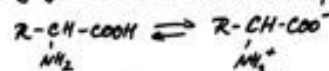
Např.:

Kys. aminooctová  $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$  Glycin

Kys.  $\alpha$ -aminopropionová  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$  Alanin

Poznámka: AMK  $\begin{array}{c} \text{R}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$  obsahují kyselinou ( $-\text{COOH}$ ) i zásaditou

( $-\text{NH}_2$ ) skupinu. Mohou se chovat jako kyseliny i zásady - jsou amfoterní. Obě skupiny spolu vzájemně reagují a vzniká iontová forma nebo vnitřní sůl.



Hodnota pH, při němž je AMK ve formě iontové (navenek nevykazuje žádný el. náboj) se nazývá izoelektrický bod pI. Při něm je AMK ve vodě nejméně rozpustná.

Existuje 20 druhů proteinogenních AMK.

Funkční deriváty karboxylových kyselin se odvozují nahradou hydroxylové skupiny karboxylu jinou funkční skupinou nebo atomem. Obecný vzorec těchto

sloučenin má tvar:  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{X}$

Je-li  $\text{X} = \text{halogen}$ , vznikají halogenidy kyselin

$\text{X} = \text{NH}_2$ , vznikají amidy kyselin

$\text{X} = \text{OR}$ , vznikají estery kyselin

$\text{X} = \text{OCOR}$ , vznikají anhydridy kyselin

Poznámka: jednovazný zbytek karboxylové kyseliny po odtržení hydroxylové skupiny se nazývá obecně acyl  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$

Konkrétně:  $\text{HCO}-$  formyl

$\text{CH}_3\text{CO}-$  acetyl

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}-$  benzoyl

1. Halogenidy karboxylových kyselin ( $\text{RC}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{X}}$ )

Např.:  $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{F}$  formylfluorid (fluorid kys. mravenčí)

$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{Cl}$  acetylklorid (chlorid kys. octové)

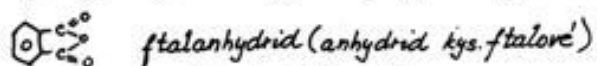
$\text{C}_6\text{H}_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{Br}$  benzoylbromid (bromid kys. benzoové)

Vlast.: • ostře štiplavé kapaliny nebo pevné látky s  $t_s$  a  $t_v$  nižšími než matečné karboxyl. kyseliny (proč?).

• velmi reaktivní - užívají se jako acylační činidla (vnašení acylu do molekul jiných sloučenin).

### 2. Anhydridy karboxylových kyselin ( $R-C(=O)-O-C(=O)-R$ )

Např.:  $CH_3-C(=O)-O-C(=O)-CH_3$  acetanhydrid (anhydrid kys. octové)



Příprava: dehydratací karboxyl. kyselin

Vlastnosti: velice reaktivní látky

Užití: nejběžnější acylační činidla

Zástupci: ① Acetanhydrid

výroba acetylcelulózy → acetaťové hedvábní

② Ftalanhydrid

výroba barev, plastů (pryskyřice, lepidla, vlákna)

### 3. Estery karboxylových kyselin ( $R-C(=O)-OR$ )

Např.:  $CH_3-C(=O)-O-C_2H_5$  a) octan ethylnatý  
b) ethylester kys. octové (ethanové)  
c) ethylethanoát

Příprava: esterifikací

Výskyt: hojně v přírodě - ovoce

Vlastnosti: estery s nižší  $M_r$  - pohyblivé kapaliny příjemné vůně, s vyšší  $M_r$  - krystalické látky bez vůně. V  $H_2O$  jsou málo rozpustné,  $t_b$  je nižší než u kyselin (absence H můstku). Důležitá reakce = hydrolyza (viz dříve).

Zástupci: ① mravenčan ethylnatý (rumová esence)

② octan ethylnatý (rozpouštědlo)

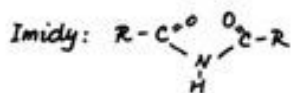
③ octan isoamylnatý (hrušková esence)

④ Tuky a oleje (estery VMK s glycerolem)

⑤ Vosky (estery VMK s vyššími alifatickými jednosytnými nasycenými alkoholy)

### 4. Amidy a imidy karboxylových kyselin

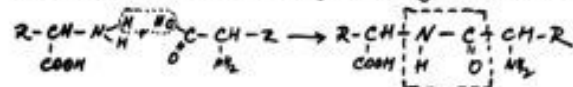
Amidy:  $R-C(=O)-NH_2$



Laktamy = cyklické imidy:  $R-C(=O)-NH$

Amidy a imidy: kapaliny nebo pevné látky s vysokou  $t_b$  (H můstky), mají bazické vlastnosti

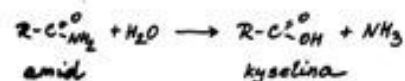
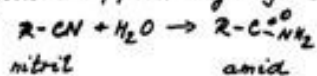
Poznámka: do amidů řadíme i polyamidy - přírodní i umělé makromolekulární látky - vznikají reakcí dvou aminokyselin za vzniku tzv. peptidické (peptidové) vazby. Je přítomna v peptidech, bílkovinách a syntetických polyamidech.



### 5. Nitrily ( $R-C \equiv N$ )

jsou organické sloučeniny v nichž je atom dusíku vázán trojnou vazbou na atom uhlíku:  $-C \equiv N$  nitrilová skupina

Vlastnosti: kapaliny nebo krystalické látky, rozpustné v  $H_2O$ , jedovaté, podléhají hydrolyze:

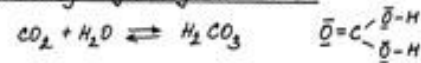


Zástupci:

- ①  $H-C\equiv N$  nitril kys. mravenčí (kyanovodík)  
Bezbarvá kapalina,  $t_f = -16^\circ C$ , slabá kyselina, prudce jedovatá,  
voní po hořkých mandlích. Soli - kyanidy - jedovate! Užití  
v galvanickém pokovování. Schopnost tvořit komplexní  
sloučeniny, např.  $[Fe(CN)_6]^{4-}$   $[Fe(CN)_6]^{3-}$
- ②  $CH_3CN$  acetonitril  
Rozpuštědlo, jed!
- ③  $CH_2=CH-CN$  akrylonitril  
Výroba z etynu:  $H-C\equiv C-H + HCN \rightarrow CH_2=CHCN$   
Užití: syntetická vlákna (PAN)

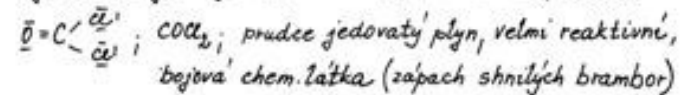
## DERIVÁTY ANORGANICKÝCH KYSELIN

### 1. Deriváty kyseliny uhličité



#### a) halogenderiváty $H_2CO_3$

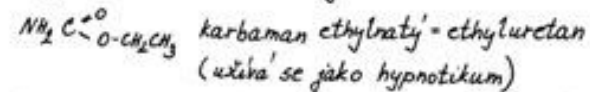
Nejdůležitější je dichlorid kys. uhličité - fosgen



#### b) amidy $H_2CO_3$

- monoamid kys. uhličité  $O=C \begin{matrix} NH_2 \\ OH \end{matrix}; NH_2COOH$   
Jiný název - kys. karbamová; je nestálá; stabilní  
jsou její soli - karbamany a její estery - uretany.

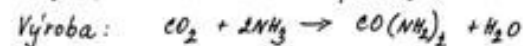
Př:  $NH_2COONa$  karbaman sodný



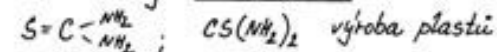
Polyuretany - syntet. plasty a kaučuky (molitan)

- diamid kys. uhličité  $O=C \begin{matrix} NH_2 \\ NH_2 \end{matrix}; CO(NH_2)_2$

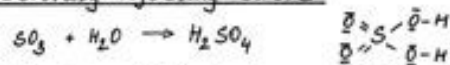
Jiný název - močovina (urea). Bílá krystal. látka,  
výborně rozpustná v  $H_2O$ , konečný metabolický produkt  
při odbourávání bílkovin u savců. Užívá se jako  
hnojivo, přísada do krmiv, na výrobu aminoplastů.



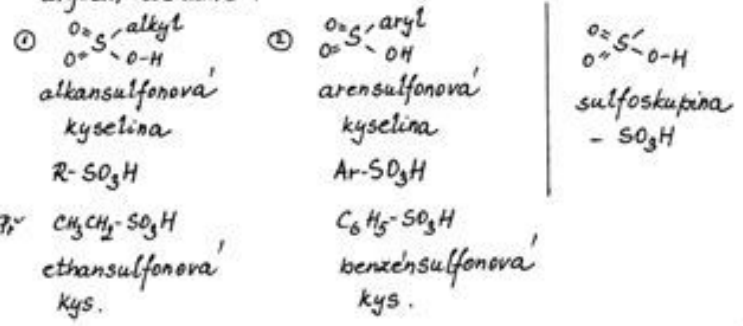
Sírná obdoba močoviny = thiomčovina



## 2. Deriváty kyseliny sírové



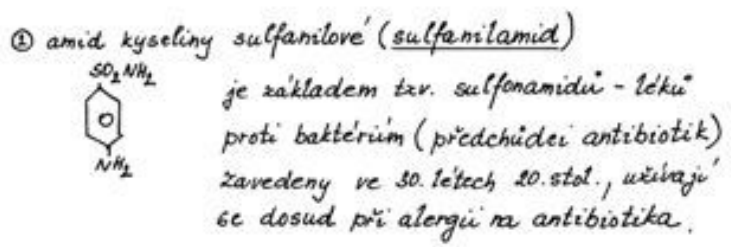
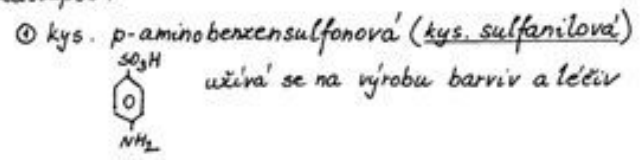
Nahradou 1 OH skupiny v molekule  $H_2SO_4$  alkylem nebo arylem získáme:



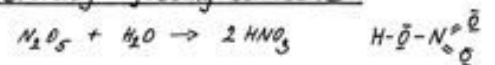
Vlastnosti: Alkan- i arensulfonové kys. jsou dobře rozpustné v  $H_2O$ , jsou silnými kyselinami.

Užití: při barvení tkanin a při výrobě pracích prostředků

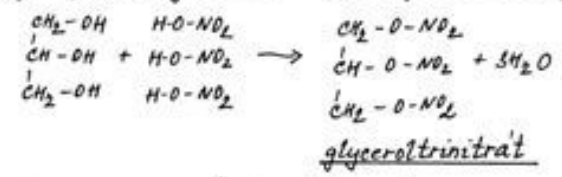
Zástupci:



## 3. Deriváty kyseliny dusičné



Nejdůležitější je ester  $HNO_3$  s glycerolem, nesprávně nazývaný nitroglycerin. Připravuje se esterifikací:

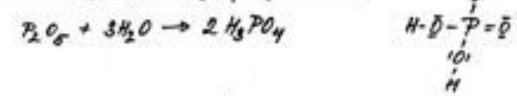


Vlastnosti: bezbarvá, olejovitá kapalina, s  $H_2O$  se nemísí, cihlná na náraz a přehřátí.

Užití: výroba dynamitu (objev 1873-A. Nobel), původně se míchal s infusoriíovou hlínkou, nyní se vyrábí tzv. želatinové dynamity s  $NH_4NO_3$ .

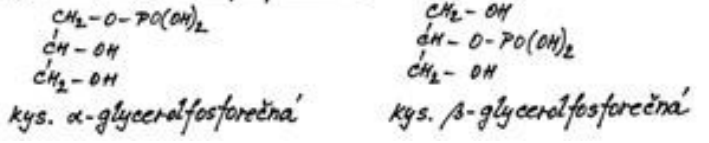
\*) užití v lékařství - léčba anginy pectoris (rozšiřuje koronární cévy).

## 4. Deriváty kyseliny fosforečné

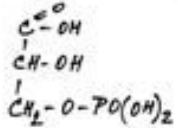


Biologicky důležité jsou estery  $H_3PO_4$  s glycerolem, tzv.

### kyseliny glycerolfosforečné



Oxidací primární alkoholové skupiny kyselin glycerolfosforečných vznikají kyseliny fosfoglycerové:



kys. 3-fosfo-D-glycerová

Poznámka:

Zavádění zbytku kyseliny fosforečné do molekul organických látek se nazývá fosforylace. Je to velmi důležitá biochemická reakce, při níž vznikají tzv. makroergické vazby (viz např. ATP).

ATP = adenzin trifosfát (kys. adenzin trifosforečná)

Schemat. složení:



Molekula ATP obsahuje tedy 3 makroergické vazby

A - adenin

R - ribóza

P - zbytek kys.  $\text{H}_3\text{PO}_4$

$\sim$  - makroergická vazba

## HETEROCYKLICKÉ SLOUČENINY

jsou sloučeniny, které mají v cyklu (kruhu) kromě atomů uhlíku vázány i atomy jiných prvků - tzv. heteroatomy.

Nejčastější heteroatomy: N, O, S

Mohou se vyskytnout i jiné: Si, P, As, Se, B, ...

Heterocykly - rozsáhlá a strukturně velice pestrá skupina org. látek. Nejvýznamnější jsou jejich deriváty - mnohé alkaloidy, sacharidy, nukleotidy, barviva ap.

Rozdělení: rozdělují se podle velikosti kruhu, druhu a počtu heteroatomů; základní skupiny tvoří:

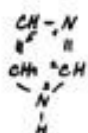
- ① Pětičlené heterocykly
- ② Šestičlené heterocykly
- ③ Kondenzované heterocykly

Názvosloví: nejčastěji se užívá triviální a polotriviální, číslování začíná od heteroatomu, je-li jich více, pak se čísluje tak, aby měly co nejnižší čísla. Jsou-li heteroatomy z jedné skupiny PSP, má přednost prvek s nižším Z, jsou-li z různých skupin, má přednost prvek z vyšší skupiny PSP.

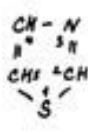
Příklady:



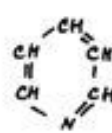
pyrrol



imidazol



thiazol



pyridin

### 1. Pětičlené heterocykly

A: s jedním heteroatomem:

• furan C1=CCOC1 zdroj: dehet z jedlého dřeva

• thiopen C1=CCSC1 zdroj: kamenouhelný dehet

• pyrrol C1=CCNC1 zdroj: kamenouhelný dehet  
vlast.: bezbarvá kapalina, zápach po chloroformu, jedovatá, narkotikum pro CNS

### Aromatický charakter!

Heteroatomy heterocyklů mají volný elektr. pár, který se zapojuje do konjugace s elektrony  $\pi$  vazeb - vytváří se elektron. sextet jako u benzenu, a ten stabilizuje heterocyklickou strukturu ( $\rightarrow$  heteroareny).

### Chemické vlastnosti

Z důvodu aromaticity ( $\rightarrow$  stálost) probíhají snadněji reakce substituční (halogenace, nitrace, sulfonace). Nejsnadně probíhá  $S_E$  na polohách 2 a 5 (vyšší elektr. hustota)

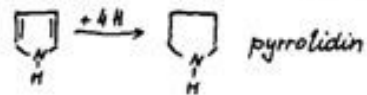
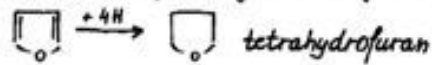
Napr.: C1=CCOC1  $\xrightarrow{\text{chlorace}}$  ClC1=CCOC1 2-chlórfuran

C1=CCNC1  $\xrightarrow{\text{nitrace}}$  O=[N+]([O-])C1=CCNC1 2-nitropyrrol

C1=CCSC1  $\xrightarrow{\text{sulfonace}}$  OS(=O)(=O)C1=CCSC1 2-thiofensulfonová kys.

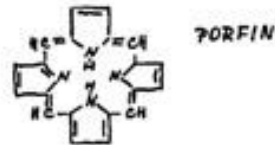


Adiční reakce probíhají obličejně. Např. hydrogenace:

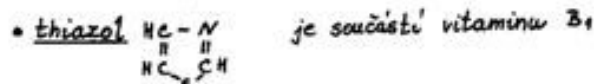
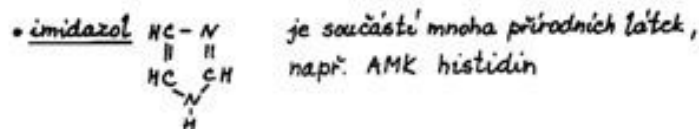
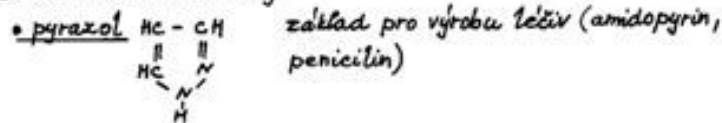


Významní zástupci:

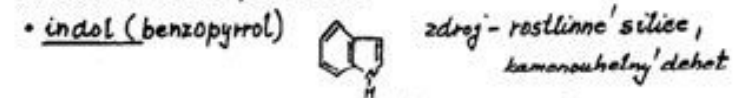
Pyrrol je základní stavební jednotkou tzv. tetrapyrrolových barviv - chlorofyl, hemoglobin, myoglobin, bilirubin a také vitamin B<sub>12</sub>. Základem pyrrolových barviv je porfin - systém 4 pyrrolových jader spojených do cyklu 4 methinovými můstky =CH-. Deriváty porfinu jsou porfiriny. Na dusíkové atomy porfinu se komplexně vážou atomy kovů (Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>).



B: s dvěma heteroatomy



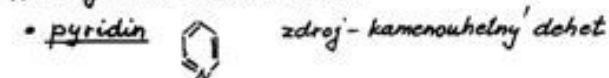
C: kondenzované pětičlenné



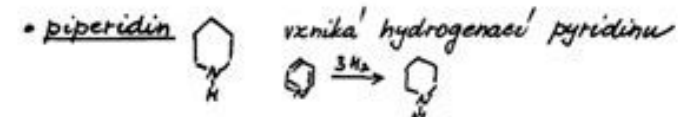
Krystal. látka s křehkou vůní. Jeho derivát skatol je součástí výkalů. Indol je také součástí některých hormonů, alkaloidů a barviva indiga. AMK tryptofan obsahuje indol ( $\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  kys.  $\alpha$ -amino- $\beta$ -indolylpropionová).

2. Šestičlenné heterocykly

A: s jedním heteroatomem

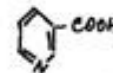


Nepríjemně páchnoucí kapalina, učívá se jako rozpouštědlo. Má aromatický charakter, volný elektr. pár způsobuje polaritu a zásaditý charakter.

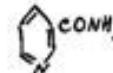


Je součástí některých alkaloidů (piperinu v pepři, atropinu, kokainu, chininu).

• kyselina nikotinová



• nikotinamid



Obě tyto látky působí jako vitaminy ze skupiny B<sub>3</sub>-komplex. Označují se jako PP faktor. Při avitaminóze vzniká pelagra. (zdrněty kůže, průjemy, psychické poruchy).

B: s dvěma heteroatomy

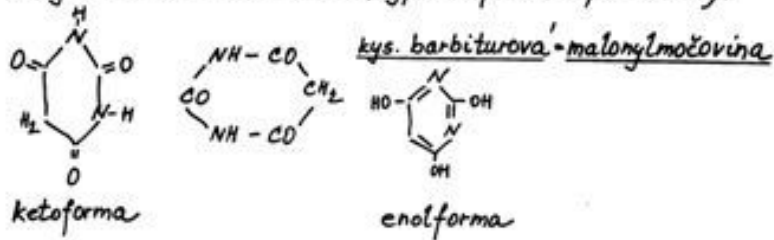
Nejvýznamnější je pyrimidin neboli 1,3-diazin  
 Odkazují se od něj deriváty, které jsou součástí DNA a RNA.



Nazýváme je pyrimidinové báze. Jsou to:

- cytosin název podle toho, že je ve všech buňkách; buňka = cyton
- thymin pojmenován podle brzlíku (thymus)
- uracil název podle struktury - močovina (urea) uzavřená do kruhu zbytkem nenasyc. kyseliny (acidum)

Od pyrimidinu je odvozena i kys. barbiturová a barbitarát - součást mnoha léčiv (hypnotik, sedativ, narkotik).



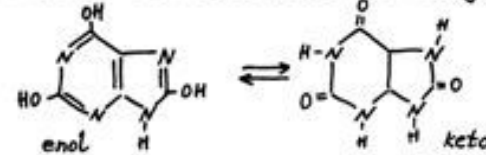
C: šestičlenné kondenzované

- chinolin
  - isochinolin
- izomerní struktury pyridinu kondenzované s benzenem jsou součástí alkaloidů - chinin, morfin, papaverin

3. Kondenzované heterocykly (ze 2 heterocyklů)

- purin v přírodě se volný nevyskytuje, jeho deriváty jsou součástí DNA a RNA jako tzv. purinové báze. Jsou to:
- adenin obsažen v čajových listech, štávě z cukr. řepy, kvasnicích a houbách
- guanin obsažen v mléce a ve výkalech savců a ptáků (guano)

Derivátem purinu je i kys. močová - konečný metabolický produkt dusíkatých látek u plazů a ptáků. V H<sub>2</sub>O je málo rozpustná, tvoří soli - uráty, které se mohou usazovat v malých kloubech → dna nebo se vylučují v ledvinách a močových cestách → ledvinové a močové kameny.



Xantin (2,6-dihydroxypurin)

