

ORGANICKÉ ZLÚČENINY

Uhl'ovodíky
Hydroxyderiváty a étery
Aldehydy a ketóny
Karboxylové kyseliny

Osnova prednášky

1. Uhľovodíky
2. Hydroxyderiváty a étery
3. Aldehydy a ketóny
4. Karboxylové kyseliny
5. Kontrolné otázky

Uhl'ovodíky

- Nasýtené uhl'ovodíky - alkány
- Nenasýtené uhl'ovodíky – alkény
- Nenasýtené uhl'ovodíky – alkíny
- Aromatické uhl'ovodíky

UHL'OVODÍKY - základné organické zlúčeniny (C+H)

- Rozdelenie uhľovodíkov :

acyklické (*alifatické*) – s otvoreným reťazcom

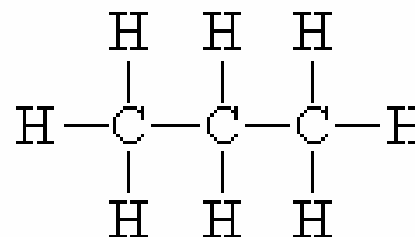
cyklické - s uhlíkovým reťazcom uzavretým do cyklu

- Alifatické uhľovodíky :
 - **nasýtené**
 - **nenasýtené**

1. ALKÁNY (PARAFÍNY)

- sumárny vzorec: C_nH_{2n+2} ; homologický prírastok: CH_2-

propán



Fyzikálne vlastnosti:

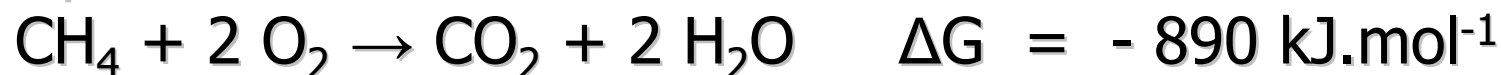
- prvé štyri členy homologického radu – plyny,
- C5-C15 – kvapaliny, > C15 – pevné látky
- hustota – nižšia ako v prípade vody
- s rozvetvením reťazca dochádza k zníženiu teploty varu (v lineárnych reťazcoch pôsobia väčšie kohézne van der Waalsove sily)
- izooktán (2,2,4-trimetylpentán) – oktánové číslo 100

CHEMICKÉ VLASTNOSTI:

- jednoduché väzby C-C (σ -väzby, hybridizácia sp^3 , väzbový uhol 109°);
- nasýtené uhľovodíky, málo reaktívne zlúčeniny; málo polárna väzba C-H, nepolárna väzba C-C

REAKCIE

- najvýznamnejšia: s kyslíkom (horenie)
- napr.: oxidácia metánu



- pri nedostatku kyslíka vzniká CO a iné uhľovodíky

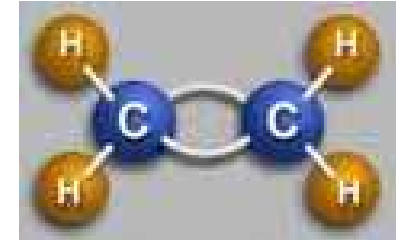
ZÁKLADNÉ ALKÁNY:

metán (CH_4), etán ($\text{CH}_3\text{-CH}_3$), propán ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$) a bután ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$).

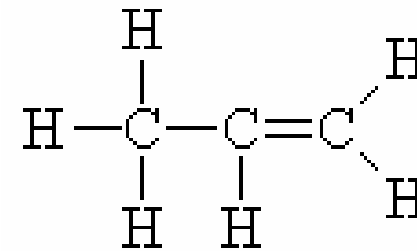
alkyl - vzniká myslenným odtrhnutím atómu vodíka z molekuly uhľovodíkov alkánového radu

2. ALKÉNY (OLEFÍNY)

- sumárny vzorec: C_nH_{2n}
- homologický prírastok: $-CH_2-$



propén

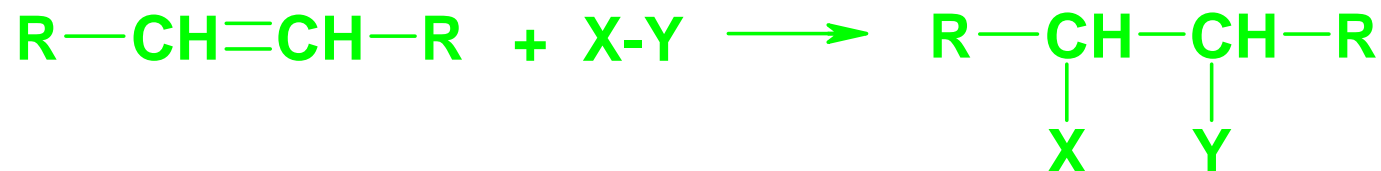


Fyzikálne vlastnosti:

- podobné ako alkány; nižšie teploty varu,
- vyššia hustota
- do C4 – plyny, od C5 –kvapaliny, vyššie – pevné látky

ADÍCIA

- násobná väzba sa zruší, na každý uhlík sa naviaže jeden substituent

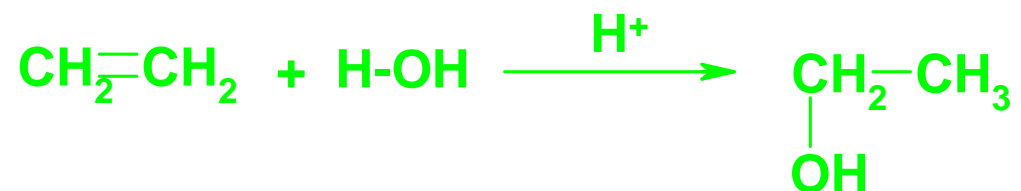


ZÁKLADNÉ ALKÉNY:

- **etylén** (etén) ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$)- bezfarebný plyn sladkej chuti
- najjednoduchší rastlinný hormón – urýchľuje dozrievanie ovocia
- **propylén** (propén) ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$)
- **styrén** (vinylbenzén) ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$)

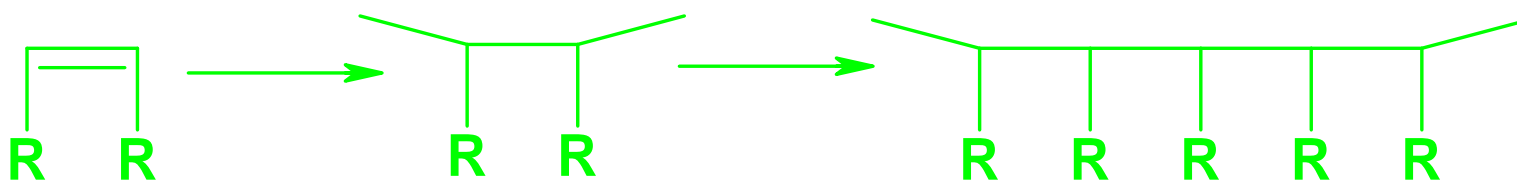
REAKCIE:

- priemyselne významnou reakciou je hydratácia eténu na etanol (ekonomicky oveľa výhodnejšie ako jeho výroba kvasením zo sacharidov)



- polymerizačné reakcie → vznik polymérov (polyetylén, polypropylén, polystyrén)

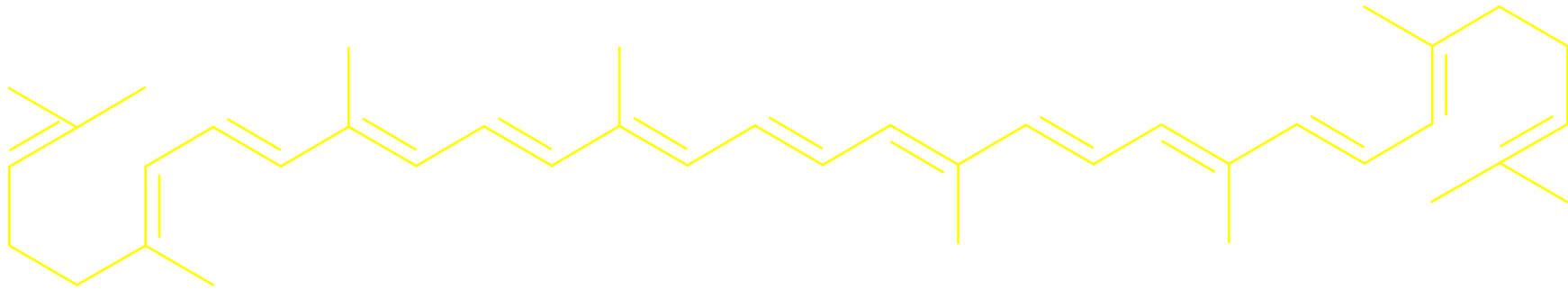
POLYADÍCIA



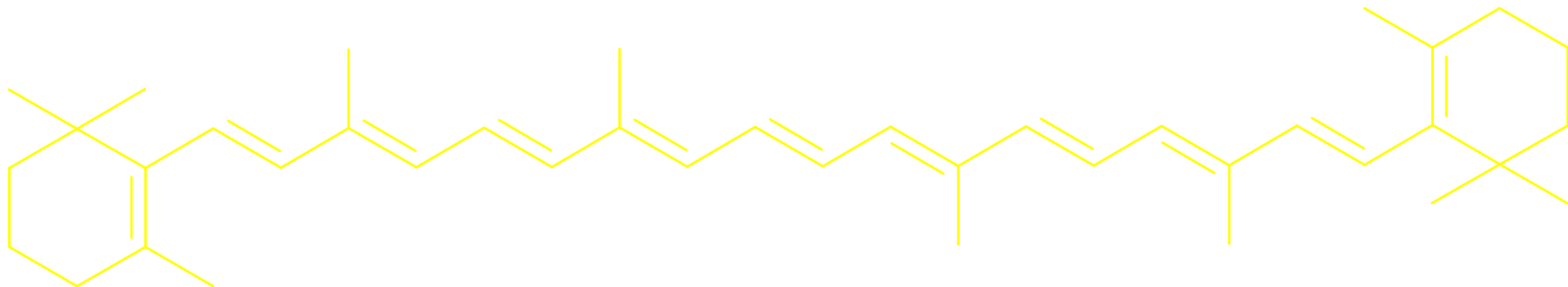
ZÁKLADNÉ ALKÉNY:

- **etylén** (etén) ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$)- bezfarebný plyn, sladkastého zápachu, omamné účinky,
 - na výrobu polyetylénu
 - najjednoduchší rastlinný hormón – urýchľuje dozrievanie ovocia
- **propylén** (propén) ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$)
- **styrén** (vinylbenzén) ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$)

- **lykopen - červený (paradajky, paprika, melóny)**

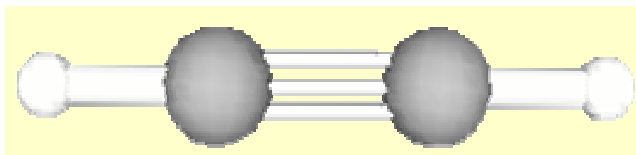


- **β -karotén - žltý (mrkva)**



3. ALKÍNY (ACETYLÉNY)

- ❖ C + H + jednoduché väzby + trojitá väzba
- ❖ Trojitá väzba: 1σ väzba + 2π väzby, ktoré sú na seba kolmé, lineárne usporiadanie, väzbový uhol 180°



- ❖ zvýšená hustota elektrónov, pritahuje častice s kladným nábojom

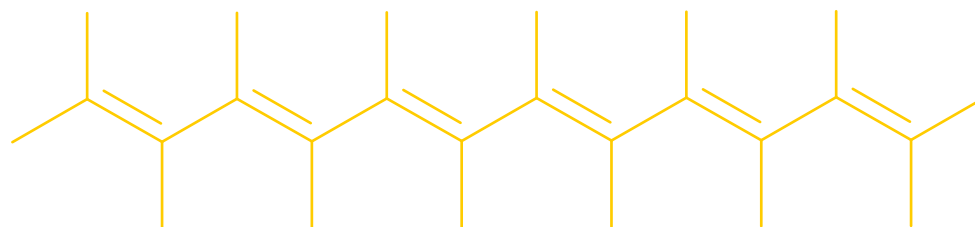
3.1 Fyzikálne a chemické vlastnosti alkínov

- podobné alkánom a alkénom, lepšie rozpustné vo vode
- trojitá väzba je veľmi reaktívna, charakteristické reakcie – adície

3.2 Reakcie alkínov

- hydrogenácia, halogenácia, polymerizácia

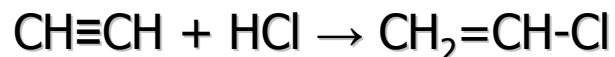
Polymerizácia - vznikajú rozvetvené polyméry, elektricky vodivé (polyacetylény)



3.3 Významné alkíny

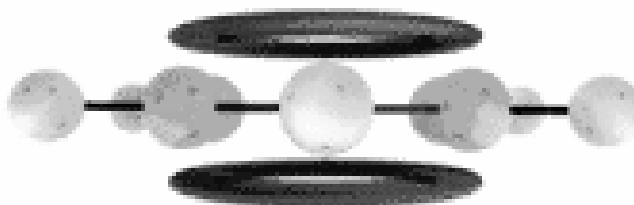
Etín (acetylén)

- bezfarebný horľavý plyn, čistý bez zápachu, na vzduchu horí veľmi čmudivým plameňom
- v tlakových fľašiach je rozpustený v acetóne
- s kyslíkom sa používa na zváranie a rezanie kovov (teplota acetylén-kyslíkového plameňa – 3000°C)
- stlačený so vzduchom vybuchuje
- acetylén je východiskovou látkou pri výrobe mnohých nízko- aj vysokomolekulových látok (polymérov)
- adícia HCl na etín – získava sa vinylchlorid – monomér na výrobu PVC



AROMATICKÉ UHL'OVODÍKY (ARÉNY)

- aromatické vlastnosti - cyklické systémy s konjugovanými dvojíťými väzbami,
- **Hückelovo pravidlo** - v cykle majú $(4n+2)$ konjugovaných π -elektrónov, kde n je celé kladné číslo (0, 1, 2, 3, 4,...) \rightarrow delokalizácia π elektrónov
- nižší obsah vnútornej energie, akoby mala molekula s lokalizovanými väzbami π .
- elektróny násobných väzieb sú voľne pohyblivé v rámci kruhu
- „priemerná“ štruktúra s 1,5 násobnými väzbami



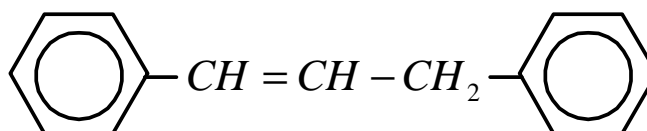
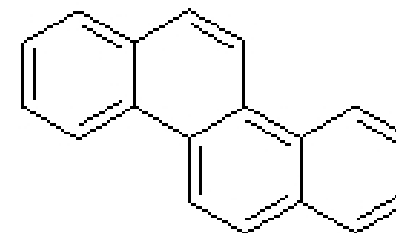
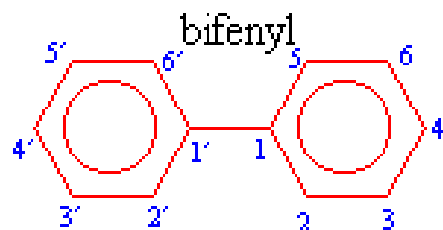
Aromatické uhľovodíky rozdeľujeme na

→ **BENZENOIDNÉ**

→ **NEBENZENOIDNÉ**

BENZENOIDNÉ → monocyklické (benzén a jeho deriváty)

→ polycyklické (aromatické uhľovodíky spojené jednoduchou väzbou, kondenzované, odvodené od alifatických uhľovodíkov)



Fyzikálne vlastnosti:

- charakteristický zápach (toluén→fetovanie)
- takmer nerozpustné vo vode; ľahšie ako voda
- nižšie členy – výborné rozpúšťadlá, horľaviny
- oktánové číslo > 100 (benzén: 108, toluén: 104)
- toxické, mnohé karcinogénne

Chemické vlastnosti:

- mimoriadna stabilita v porovnaní s nenasýtenými alifatickými aj acyklickými zlúčeninami;
- nízka vnútorná energia a rovnaká dĺžka väzieb medzi atómami uhlíka.
- **aryly** - jednoväzbové skupiny odvodené od aromatických uhľovodíkov

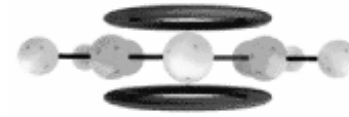
ZÁKLADNÉ ARÉNY:

- základná aromatická zlúčenina - **benzén** (C₆H₆)
- rovinný útvar ($\mu = 0$), sp² hybridizácia, uhly 120 °
- rozpúšťadlo, karcinogénne účinky
- alkylové deriváty benzénu:
- **toluén** – rozpúšťadlo, výroba: kyselina benzoová, umelé sladidlo sacharín, výbušnina 2,4,6-trinitrotoluén (TNT)
- **etylbenzén** – výroba styrénu
- **styrén** → polystyrén
- **xylény** (dimetylbenzény) - rozpúšťadlá

4. Aromatické uhľovodíky - Arény

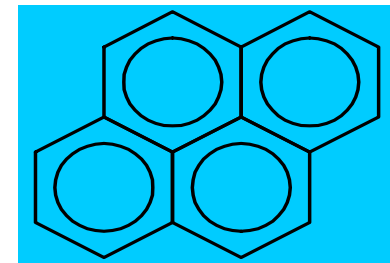
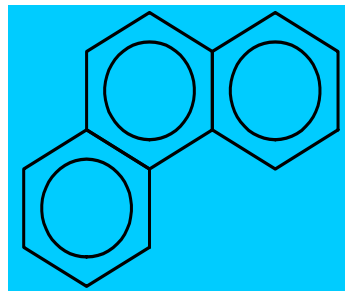
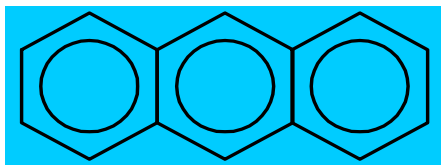
Štruktúra benzénu:

- rovinná molekula
- atómy C tvoria pravidelný 6-uholník
- väzba medzi atómami C nie je ani jednoduchá, ani dvojitá ale tzv. 1,5-násobná, π -elektróny sú delokalizované, pohybujú sa po celom kruhu:



Polycyklické aromatické uhľovodíky (PAH)

- PAH - veľká skupina uhľovodíkov s dvomi a viac kondenzovanými benzénovými jadrami v molekule



Vznik a výskyt PAH

- **VZNIK** - vedľajší produkt spaľovania fosílnych palív
- **VÝSKYT** - ovzdušie (sadze, prach) → pôda, voda
iné – káva, údeniny, chlebová kôrka
- **POČET** - známych niekoľko sto PAH

Toxické účinky PAH

karcinogénne

- mutagénne
- **sadze** - malé čiastočky ($< 1\mu\text{m}$) zostávajú zachytené v pľúcach \Rightarrow dlhodobé pôsobenie
- **oleje** - v záhyboch kože

HYDROXYDERIVÁTY A ÉTERY

HYDROXYDERIVÁTY: ALKOHOLY A FENOLY

ALKOHOLY - C_{al}-O-H

- dve –OH skupiny: **dioly** (glykoly)
- tri –OH skupiny: **trioly**

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI:

- C1-C3 – narkotické účinky, kvapaliny, s vodou sa miešajú v každom pomere
- C4 a vyššie – menej rozpustné až nerozpustné; najvyššie – tuhé látky
- vysoká teplota varu ↔ vodíkové väzby

CHEMICKÉ VLASTNOSTI:

- väzba O-H je polárnejšia ako C-O → acidita vodíka
- slabšie kyseliny ako voda; +I efekt

ZLÚČENINY:

- **metanol** – jedovatý, rozpúšťadlo, výroba farbív a liečiv
- **etanol** – rozpúšťadlo, výroba organických látok
etándiol (etylénglykol) - olejovitá kvapalina
sladkastej chuti, jedovatá;
- **propán-1,2,3-triol (glycerol)** – bezfarebná viskózna kvapalina, súčasť tukov a olejov; výroba výbušnín

CHEMICKÉ VLASTNOSTI:

- väzba O-H je polárnejšia ako C-O → acidita vodíka
- slabšie kyseliny ako voda; +I efekt
- **Reakcie alkoholov:**
 - významné reakcie: esterifikácia s anorganickými aj organickými kyselinami, oxidácia, ...



Významné alkoholy:

metanol CH_3OH : jedovatý, rozpúšťadlo, výroba farbív a liečiv

etanol – $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$: rozpúšťadlo, výroba organických látok (syntetický kaučuk, umelý hodváb, farbivá, liečivá)

Významné alkoholy:

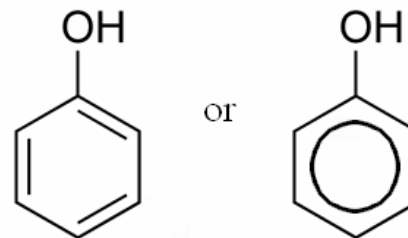
etándiol (etylénglykol): olejovitá kvapalina sladkastej chuti, jedovatá; súčasť nemrznúcej zmesi v chladičoch motorov

propán-1,2,3-triol (glycerol) – bezfarebná viskózna kvapalina, súčasť tukov a olejov; výroba výbušnín

FENOLY - C_{ar}-O-H

Fyzikálne vlastnosti:

- tuhé, kryštalické látky,
vo vode málo rozpustné



Chemické vlastnosti:

- silnejšie kyseliny ako voda;

Reakcie: napr. nitrácia → 2,4,6-trinitrofenol - kyselina pikrová)

Zlúčeniny:

- fenol – jedovatý, leptá pokožku, → výroba plastov
- krezoly (hydroxyderiváty toluénu) – pyrokatechol, hydrochinón (fotografická vývojka), rezorcinol – výroba farbív, lepidiel)

Vplyv fenolov na ŽP:

- obávaná zložka odpadových vôd (úhyn rýb)
- poškodzovanie koreňov rastlín; znižovanie prírastkov dreva

ÉTERY - C-O-C

Fyzikálne vlastnosti:

- nižšie teploty varu ako alkoholy ↔ netvorí H-väzby
- THF a dioxán sa miešajú s vodou, iné nie
- zápalné; tvoria peroxidy
- niektoré majú narkotické vlastnosti (dietyléter)

Chemické vlastnosti:

- neprítomnosť O-H väzby → nemajú kyslé vlastnosti, len bázické

ALDEHYDY A KETÓN

Karbonylová skupina: $>\text{C}=\text{O}$

Fyzikálne vlastnosti:

- **formaldehyd** – plyn, vyššie kvapaliny, najvyššie – tuhé, kryštalické látky
- nižšia teplota varu ako alkoholy (netvorí H-väzby)
- tvoria interakcie dipól-dipól
- najnižšie sa miešajú s vodou (formalín), vyššie nie
- najnižšie dráždia očné sliznicu

- **Metanal** (formaldehyd) – štiplavo zapáchajúci plyn; dezinfekčný prostriedok, fungicídne účinky; výroba plastov

- **Etanal** (acetaldehyd) – bezfarebná kvapalina s dusivým zápachom;
 - **Propanón** (acetón) – bezfarebná kvapalina; horľavina; rozpúšťadlo;
- Aromatické aldehydy:** benzaldehyd, vanilín, cinamaldehyd, 2-furaldehyd

REAKCIE:

- oxidácia → karboxylové kyseliny (Fehlingove činidlo)

KARBOXYLOVÉ KYSELINY

Karboxylová skupina: -COOH

- **acyl-** vzniká odtrhnutím -OH: R-CO-

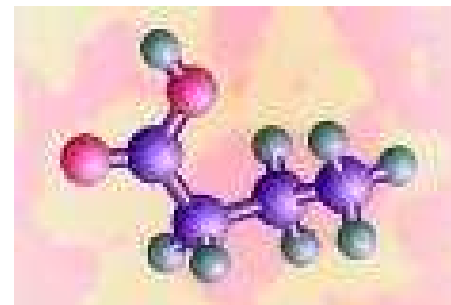
Rozdelenie:

➤ podľa počtu karboxylových skupín:

- ***monokarboxylové*** (mravčia, octová, maslová)
- ***dikarboxylové*** (etándiová - šťavelová; oxálová)
- ***polykarboxylové***

➤ podľa uhľikátého zvyšku

- cyklické a acyklické
- nasýtené a nenasýtené
- aromatické a heterocyklické



Fyzikálne vlastnosti:

- nižšie monokarboxylové- kvapaliny ostrej vône, miešateľné s vodou (ocot)
- vyššie monokarboxylové – olejovité
- najvyššie tuhé – nerozpustné vo vode
- di-, poly-, aromatické – kryštalické látky
- vodíkové väzby → tvorba dimérov

Chemické vlastnosti:

- kyslosť karboxylových kyselín:
- kyslejšie ako alkoholy, vplyv substituenta (I efekt)
- disociačná konštanta: K_A , pK_A

Deriváty:

- funkčné (zmena v $-\text{COOH}$)
- substitučné (vodík jadra alebo reťazca)

- **Kyselina mravčia** – bezfarebná kvapalina, štiplavý zápach; výskyt v prhl'ave, ihličí, v žihadlách ôs a vylučujú ju mravce;

použitie – na konzervovanie, v textilnom priemysle

- **Kyselina octová** - bezfarebná kvapalina, štiplavý zápach;

použitie – výroba acetónu, ako rozpúšťadlo

- **Kyselina šťaveľová** – jedovatá kryštalická látka;

použitie – soli šťaveľany sa vyskytujú v rastlinách

Aromatické karboxylové kyseliny:

- **Kyselina benzoová** – konzervačná látka, výroba farbív a liečiv
- **Kyselina škoricová** – základ prírodných látok (lignín)

Substitučné deriváty:

- *hydroxykyseliny* (**kyselina mliečna** – produkt metabolizmu sacharidov, **kyselina vínna** – v hrozne, pri kvasení vína, **kyselina galová** – súčasť trieslovín)
- *aminokyseliny* – bezfarebné kryštalické látky, väčšinou dobre rozpustné vo vode; → bielkoviny

Funkčné deriváty:

- **estery** (kyselina + alkohol → ester; napr. tuky)
- **amidy** (–OH skupina sa nahradí –NH₂; napr. acetamid CH₃-CONH₂); sú súčasťou bielkovín
- diamid kyseliny uhličitej (**močovina**) – dusíkaté hnojivo; → výroba plastov

5. Kontrolné otázky

1. Uhl'ovodíky – zloženie, rozdelenie, vlastnosti, najdôležitejšie uhľovodíky.
2. Hydroxyderiváty a étery - zloženie, rozdelenie, vlastnosti, významné alkoholy, fenoly a étery.
3. Karbonylové zlúčeniny - zloženie, rozdelenie, vlastnosti, významné aldehydy a ketóny.
4. Karboxylové kyseliny - zloženie, rozdelenie, vlastnosti, významné karboxylové kyseliny a ich deriváty.